

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

XVII. KÖTET. 5. SZÁM. 1887.

DOLGOZATOK

A K. M. TUD. EGYETEM ÉLETTANI INTÉZETBŐL.

(VI. FÜZET.)

KÖZLI

JENDRÁSSIK JENŐ

R. TAG.

- I. Egy újabb eljárás az áramerő mutató foksor készítésére a bevezető du Bois-féle szánkakészüléken.
II. Az ingerület kiindulási helyének megállapítása az izomban, bevezetett áramokkal való ingerléskor.
III. Az ingerület látszólagos lappangási időszakasza az izom közvetlen ingerlésekor.

Dr. REGÉCZY NAGY IMRE, egyetemi nyilv. rk. tanártól.

(3 táblával és 4 ábrával.)

(Bemutatta a III. osztály ülésén 1887. június 20.)

Ára 70 kr.

BUDAPEST.

1887.

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

Első kötet. 1867—1870. — Második kötet. 1870—1871. — Harmadik kötet. 1872. — Negyedik kötet. 1873. — Ötödik kötet. 1874. — Hatodik kötet. 1875. — Hetedik kötet. 1876. — Nyolczadik kötet. 1877. — Kilenczedik kötet. 1878—1879. — Tizedik kötet. 1880.

Tizenegyedik kötet. 1881.

I. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. 2 fametszettel. (Második közlemény. II. rész. Az idegrendszer egyes részeinek befolyásáról az önkénytelen associált szemmozgásokra.) Dr. *Högyes Endrétől.* — II. A Frusca-gora aquitaniai flórája. 4 táblával. Dr. *Staub Mórictől.* — III. A pinguicula és utricularia sejtmagjaiban előforduló krystalloidokról. (Egy táblával.) *Klein Gyulától.* — IV. Vegyeréltani vizsgálatok. (II. értekezés.) Dr. *Than Károlytól.* Egy tábla körrajzzal. — V. Ujabb tanulmányok a kámforesoport köréből. *Balló Mátyástól.* — VI. A homoródi vasas savanyuviz-források chemiai elemzése. Dr. *Solymosi Lajostól.* — VII. A solymosi hideg savanyu ásványviz chemiai elemzése. Dr. *Hankó Vilmostól.* — VIII. Önműködő higanylégszivattyu. *Schuller Alajostól.* Egy rajzzal. — IX. Adatok a Mecsekhegység és dombidéke jurakorbeli lerakódásainak ismeretéhez. (II. Palaeontologiai rész.) *Böckh Jánostól.* 10 tábla rajzzal. — X. A carludovica és a canna gummijáratáról. *Szabó Ferencztől.* Egy táblával. — XI. Budapest főváros ivóvizei egészségi szempontból s néhány ásványviz elemzése. *Balló Mátyástól.* — XII. Emlébeszéd William Stephen Atkinson külső tag felett. Dr. *Duka Tivadartól.* — XIII. Adatok a harántesiku izmok szerkezete- és idegvégződéséhez. (Székfoglaló értekezés.) — *Thanhoffer Lajostól.* Egy 4-es rétti tábla rajzzal. — XIV. A mohai (fehértornyos) Ágnes-forrás vegyelemzése. Dr. *Lengyel Bélától.* — XV. Egy újabb szerkesztetű, vizszivattyuval combinált higany-légszivattyuról. Dr. *Lengyel Bélától.* Egy tábla rajzzal. — XVI. Az elzöldült szarkaláb mint morfológiai utmutató. *Borbás Vinczétől.* Egy tábla rajzzal. — XVII. A viznek képződési melegéről. *Schuller Alajostól.* — XVIII. Békésvármegye flórája. Dr. *Borbás Vinczétől.* — XIX. Rendhagyó köggombák. *Hazslinszky Friggyestől.* Rajzokkal. — XX. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Közli *Jendrassik Jenő.* (I. Adatok a szűrődés tanához. Regéczy Nagy Imre tr. tanársegédttől. II. A gyomor hámsajtjeiről. Ballagi János tr. élettani gyakoronoktól. III. A zsírfelszívódáshoz a gyomorban. Mátrai Gábor orvostanhallgatótól. IV. A zsírok átszívárgásáról, nevezetesen az epe befolyása alatt. Hutýra Ferencz orvostanhallgatótól. (Rajzokkal.) — XXI. Emlébeszéd Kenessey Albert felett. *Galgóczy Károlytól.* — XXII. A tudományok haladásának befolyása a selmeczvidéki bányamivelésre. *Péck Antalától.* — XXIII. Vegyeréltani vizsgálatok. A calorimetrikus mérések adatainak összehasonlításáról. *Than Károlytól.* — XXVI. Közlemények a m. kir. egyetem vegytani laboratoriumából. Bemutatta *Than Károly.* (I. A borkősav száraz lepárlási terményeiről. Liebermann Leóttól. II. Adatok a Carbonylsulfid physikai sajátságaihoz s tiszta Carbonylsulfid előállítására. 2-ik közlemény. Ilosvay Lajostól.) — XXV. Közlemények az állatorvosi tanintézet vegytani laboratoriumából. *Liebermann Leó-*

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

DOLGOZATOK

A K. M. TUD. EGYETEM ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL

(VI. FÜZET.)

Közli JENDRÁSSIK JENŐ, r. tag.

- I. Egy újabb eljárás az áramerő mutató foksor készítésére a bevezető du Bois-féle szánkakészüléken.
- II. Az ingerület kiindulási helyének megállapítása az izomban, bevezetett áramokkal való ingerléskor.
- III. Az ingerület látszólagos lappangási időszakasza az izom közvetlen ingerlésekor.

Dr. REGÉCZY NAGY IMRE, egyetemi nyilv. rk. tanártól.

(3 táblával és 4 ábrával.)

(Bemutatta a III. osztály ülésén 1887. június 20.)

I.

Egy újabb eljárás az áramerőmutató foksor készítésére a bevezető du Bois-féle szánkakészüléken.

A bevezető szánkakészüléken alkalmazva lenni szokott millimeter-foksor nem mutatja az áramerő változásának fokát, midőn a második tekercs helyzetét az első tekercshez képest változtatjuk, minthogy az áramerő nem egyenes arányban változik a két tekercs között levő távolsággal; ennél fogva, kivált oly esetekben, a midőn az inger nagysága és a beállott ingerület foka közt fönnálló összefüggés tanulmányozása képezi az élettani vizsgálgatás célját, szükség van oly foksorra a szánka

hosszában, a melynek fokai bizonyos áramegység sokszorosainak felelnek meg, vagy a teljesen föltölt másodlagos tekercs áramerejének néhányadrészét képezik. Az egység ugyanis fölvételiesen kicsi (e) vagy nagy (E) lehet, és a szerint a foksor osztályzatainak értéke: $x = ne$, illetőleg $x = nE$ lesz; az első esetben $n > 1$, az utóbbiban $n < 1$.

A foksor készítésére *Fick* és *Kronecker* ajánlottak módszert.*)

A *Fick* módszere szerint galvanometerrel meghatározandó a bevezetett áram által előidézett kihajlás nagysága, a midőn a két tekercs 10 cm. távolságban áll egymástól. Azután a második tekercset az elsőhöz centimeterenként közelítve, hasonlóképen leolvasandók a megfelelő kihajlások; az így nyert értékekből a tekercsek közt levő távolságoknak megfelelő helyeken a metszéki tengelyre függőlegesen állított rendezők segítségével görbét lehet szerkeszteni, oly módon, hogy a metszéki tengely hosszában rendezőkképen a leolvasott galvanometer-kihajlásokat jegyezzük föl; a rendezők csúcspontjait összekötő görbe az áramerőváltozat menetét mutatja. Graphikus interpolatio által az így szerkesztett görbén ki lehet jelölni azokat a helyeket, a hol az ordináták magassága bizonyos egység sokszorosának felel meg, s az abscissán leolvashatni az e helyeknek megfelelő tekercstávolságokat. — Ha a beosztást a szánkának távolabbi részeire is ki akarjuk terjeszteni, akkor az astatizálás változtatása által érzékenyebbé kell tenni a galvanometert; s hogy a változott beállítás után nyert értékek a görbe folytatásához illeszthetők legyenek, néhány leolvasást kell tenni ugyan a tekercstávolságokra vonatkozólag is, a melyeknél az előbbi fokú astatizálás mellett mérések már történtek, és a kétféle — egy bizonyos tekercstávolságra vonatkozó — összetartozó értékek között levő arány alapján az egyik és a másik sorban levő minden érték egymásra átszámítható.

A *Kronecker* által ajánlott módszer mellett a beosztás a szánka egész hosszában eszközölhető a galvanometer astatizálásának változtatása nélkül.

Kronecker úgy járt el, hogy két — egymástól távol fölállí-

*) *Cyon*: Methodik der physiol. Experimente 379. l.

tott — számkakészülék első tekercsein vezette át ugyanazt az áramot oly módon, hogy a két — szintén összefoglalt — második tekercs árama ellenkező irányú legyen. Ily berendezés mellett — miután a két számkakészülék rendesen különböző erejű bevezetett áramot szolgáltat — az ellenkező irányú két bevezetett áram nem fogja egymást teljesen megsemmisíteni, és a galvanometer tűje ki fog hajolni az erősebb áramot szolgáltató tekercs áramirányának megfelelő oldal felé; ha mind a két számkakészülék másodlagos tekercseinek teljes föltolása mellett teszszük a leolvasást a galvanometeren, a kihajlás meg fog felelni a két tekercs által szolgáltatott legnagyobb áramok erőkülönbségének. — A gyengébb készülék beállításán nem változtatva, ekkor az erősebb készülék tekercsét a számkán annyira vissza kell tolni, míg a benne létrejött bevezetett áramot a gyengébb készülék árama teljesen megsemmisíti, s a galvanometer kihajlása az első tekercseken áthaladó villamáram megindítása vagy megszakításakor teljesen elmarad. — Ha megállapítottuk, hogy a galvanometer kezdeti kihajlása n volt, és az erősebb készülék másodlagos tekercsének eltolása a teljes compensatió helyén $= k$, most a gyengébb készülék második tekercsét visszatolva a galvanometer tűjének n fokra való ismételt kihajlásáig, újra oly erőkülönbség áll fenn a két tekercs által szolgáltatott áramok közt, mint a minő fönnállott a tekercsek teljes föltolásakor. Ismételt compensálás és az n fokú kihajlás ismételt kikeresése által megállapítandó, hogy a számká hosszában hányszor foglaltatik ama k távolság, a melyig a tekercseket mindig vissza kell tolni, míg elérünk a számká oly helyéig, a melynél már kihajlást a galvanometeren nem tapasztalunk, s pl. úgy találjuk, hogy a k osztály a számká hosszában m -szer található: akkor $m \cdot n$ lesz az a kihajlás, mely a teljesen föltolt erősebb tekercsnek megfelel. — Választhatunk ekkor egy oly kihajlást egységül, a minőt czélszerűnek gondolunk, pl. $\frac{mn}{1000}$, és ismét kiindulva a két tekercs teljes föltolásától, az erősebb tekercs megfelelő beállítása által kikeressük az egységnek megfelelő kihajlás létrehozására szükséges tekercstávolságot, azt megjegyezzük, majd a másik tekercs által a kihajlást com-

pensáljuk, és ezt addig ismétljük, míg csak az utolsó egységnek megfelelő beállításhoz el nem jutunk.

Kronecker czélszerűnek látta egy oly számkakészülék áram-erejét 1000 egységnek fölvenni, a melynél a második tekercs 11000 tekerületből áll, és ennek beosztása szerint készíteni más számkakészülékek foksorát, abból az okból, hogy így — ha ez ajánlat elfogadtatnék — mindenki általánosan ismert áramerőkkel dolgozna, és a különböző vizsgálók által nyert kísérleti eredmények jobban összehasonlíthatók lennének. — Tekintetbe véve azonban, hogy az áramerő nem egyedül a tekerületek számától függ, ez ajánlatnak gyakorlati hasznú jelentőség nem tulajdonítható, s a foksor készítésénél elérendő cél csak az marad, hogy lehetséges legyen a kísérleteknél az áramerőt szabályos fokozat szerint változtatni.

A czélnek leginkább megfelelünk, ha minden számkakészülék áramát, a melyet a második tekercs teljes föltolása mellett szolgáltat, 1000 egységre osztjuk be, tekintet nélkül az abszolút áramerőre, a mit úgy is az első tekercsen át vezetett áram erejének változtatása által módosíthatunk.

A budapesti élettani intézet számkakészülékei szintén ily erőfoksorral voltak ellátandók; de minthogy a *Fick* módszerénél a galvanometer astatisatiója fokának változtatására van szükség, a *Kronecker* módszerénél pedig az eljárás nagyon hosszadalmas a tekercsek megfelelő beállításának keresgélése miatt: *Jendrassik* tanár úrral a foksor készítésére nézve a következő eljárásban állapodtunk meg.

A galvanométer olyan fokú astatizálása mellett, a melynél a tű lengése aperiodikussá vált, ha a számkakészülék második tekercsének teljes föltolása, — és az első tekercsen át vezetett erős áram (2 Bunsen) mellett oly nagy volt a galvanometer tűjének kihajlása, hogy a távcső foksorán túl csapott, az áram erejének egy részét — mint a hogy *Kronecker* tette — egy másik számkakészülék tekercsének ellenkező irányú árama által ellensúlyozzuk. Ezt azért tesszük, — az áram megfelelő gyöngítése helyett az első tekercsben, — hogy erős áramot használva, a foksor távolabbi helyei is kijelölhetők legyenek a galvanometer astatisatiójának változtatása nélkül. — Megjegyzendő, hogy a számkakészülékeket egymástól oly távol kell föllá-

tani, hogy egymásra bevezetőleg ne hassanak, és a galvanometertől is távol, — legjobb más szobában, — helyezendők el. A gyengébb számkakészülék tekercse az első beállítás után, — a mely tetszés szerinti lehet, csak a galvanométer tűje túl ne mozduljon ki a távcsőfoksor szélén, — helyben marad az egész beosztási művelet alatt. — A tulajdonképeni beosztási eljárás abban áll, hogy leolvasva a galvanometer kihajlását, a beosztandó számkakészülék második tekercsének teljes föltolása mellett, a tekercset azután a számkán centimeterenként odább toljuk, a megfelelő kihajlásokat mindig leolvasva és följegyezve.

A kihajlásokat eleinte az erősebb tekercs árama okozza, és azok az áram iránya szerint a távcsőfoksor egyik oldala felé történnek, a mint pedig a tekercset visszatoljuk, mindinkább kisebbednek, míg egy bizonyos ponton túl, — a melynél a visszatolt tekercs árama már gyengébb lett, mint a másik készülék ellenkező irányban vezetett árama, — a kihajlások negatív értékűekké válnak, vagyis az ellenkező oldal felé történnek, és a tekercs továbbtolásakor ez irányban mindinkább növekednek.

A tekercs visszatolásával mindaddig haladunk tovább, a míg csak a galvanometer kihajlásai a negatív oldal felé állandó értékűvé nem lesznek, a meddig tehát a tekercs helyzetváltoztatása a kihajlás fokát már nem módosítja. Ha e határhoz eljutottunk, akkor az egész kihajlást a gyengébb számkakészülék tekercsének módosítás nélküli árama idézi elő, vagyis az erősebb számkakészülék visszatolt másodlagos tekercsének bevezetett árama O -ra szállott le.

A beosztás további része számításból és graphikai interpolatióból áll. Egy vonal hosszában centimeter távolságokban beállítjuk a delejtűkihajlásokat, mint ordinátákat, a leolvasás szerint $+$ vagy $-$ értékben a vonal fölé, illetőleg a vonal alá; a csúcspontok összekötése által megszerkesztjük az erőváltozat görbéjét, és azon a helyen, a hol a kihajlások már további változást nem mutatnak, a hol tehát az erősebb tekercs hatása a visszatolás miatt megsemmisült, vonunk az előbbi metszéki tengelylyelpárhuzamos egyenest, a melytől — mint O vonaltól — számítandók az odább tolt tekercs áramának megfelelő kihajlások a görbe megfelelő pontjáig. — A tekercs teljes föltolásának megfelelő kihajlás tehát egyenlő az először leolvasott $+$ érték

és az utoljára leolvasott — érték összegével; e kihajlást kell 1000 részre beosztani, hogy a foksor czélszerű fokegységeit nyerjük.

Tehát 1000-nek tekintve a legnagyobb áramerőt, azután megállapítjuk a többi értékeknek, ú. m. 990. 980. 970. sat. — megfelelő helyeket a görbén és a metszéki tengelyen. A metszéki tengelyen tett jelzések mutatják az illető kihajlásokhoz tartozó tekerestávolságokat.

A foksor graphikus elkészítése után a föladat még abban áll, hogy annak jóságáról a galvanometeren eszközlött új leolvasások által meggyőződünk. A módszer különben oly pontos, hogy utólagos correctióra egy esetben sem volt szükség.

Két szánkakészülék foksorának készítésénél a következő meghatározásokat tettem:

A beosztandó szánkakészülék 2-ik tekerésének állása	I. 10800 tekerületű 2-ik tekeres			II. 4127 tekerületű 2-ik tekeres a kihajlás 0-tól számítva:
	a leolvasott galvanometer kihajlás:	a kihajlás 50°-tól szá- mitva:	a kihajlás 0-tól számítva:	
0 ‰ _m	79·1	+ 29·1	45·3	34·4
0·5				32·9
1	77·5	+ 27·5	43·7	31·5
1·5				29·2
2	74·9	+ 24·9	41·1	26·8
3	71·4	+ 21·4	37·6	21·7
4	67·5	+ 17·5	33·7	16·9
5	63·2	+ 13·2	29·4	11·8
6	59·0	+ 9·0	25·2	7·5
7	54·4	+ 4·4	20·6	4·7
8	50·05	+ 0·05	16·15	2·9
9	46·0	— 4·0	12·2	1·9
10	42·3	— 7·7	8·5	1·5
11	38·9	— 11·4	4·8	1·0
12	37·0	— 13·0	3·2	0·7
13	35·7	— 14·3	1·9	0·6
14	34·9	— 15·1	1·1	
15	34·3	— 15·7	0·5	0·4
16	33·8	— 16·2	0	
17	33·8	— 16·2	0	0·3
18	33·8	— 16·2	0	
19	33·8	— 16·2	0	0·2
20	33·8	— 16·2	0	

A teljes föltolás mellett mért legnagyobb kihajlást 1000. áramerőnek fölvéve:

1000 áramerőnek megfelel			Az I-ső szánya- készülnél:	A II-ik szánya- készülnél:
			45°30' kihajlás	34°40' kihajlás
900	«	«	40·7	30·9
800	«	«	36·2	27·6
700	«	«	31·7	24·1
600	«	«	27·2	20·6
500	«	«	21·7	17·2
400	«	«	16·2	13·7
300	«	«	13·6	10·3
200	«	«	8·1	6·8
100	«	«	4·5	3·4

Ez értékek nyomán vannak megszerkesztve az I-ső táblán föltüntetett görbék és azok alatt a szánya-
készülnél erőmutató foksora.

II.

Az ingerület kiindulási helyének megállapítása az izomban, bevezetett áramokkal való ingerléskor.

Az állandó áram hatását illetőleg *Du Bois Reymond*¹⁾ és *Pflüger*²⁾ által megállapított törvényekből megkísérthetjük következtetni a pillanatos áramok hatására is.

Tudjuk, hogy egy középerejű áramnak megindítása és megszakítása is hoz létre ingerületet úgy az idegben mint az izomban; és tudjuk, hogy az indítás erősebb ingert képvisel mint a szakítás, és így találunk oly gyenge áramerőt is, a melynek csak megindítása hat ingerlőleg, ellenben megszakítása látszólag hatás nélkül marad; az áram további gyöngítésekor az ingerlő hatás teljesen megszűnik.

Viszont *Bezold*³⁾ és később *Fick*⁴⁾ kimutatták, hogy a villamáram hatásképsége az időtartamtól is függ, és oly áramok, a melyek hosszabb tartam mellett ingerületet támasztanak, hatástalanokká válnak, ha az időtartam egy bizonyos minimum alá süllyed. Ugyanezt tapasztalta *Brücke*.⁵⁾

A legcsekélyebb időtartamnál, a melynél az áram egyáltalában ingerületet kelteni bír, — épen úgy mint a legcsekélyebb áramerőnél, — valószínű, hogy csak az áram megindítása hat ingerképen, megszakítása nem, és az időtartamot valamivel

¹⁾ Untersuchungen üb. thier. Electricität I. Bd. 104. 258.

²⁾ Untersuch. üb. die Physiologie des Electrotonus. Berlin 1859.

³⁾ Untersuch. üb. die electriche Erregung d. Nerven u. Muskeln. Leipzig 1861. 292. l.

⁴⁾ Beiträge zur vergleichend. Physiol. d. irritablen Substanzen. Braunschweig 1863. 32. l.

⁵⁾ Wiener akad. Sitzungsberichte. 1867. októb. és 1868. októb.

növelnünk kell, hogy a megszakítás is ingerületet váltson ki. — De minthogy ez időhatár már nagyon rövid időtartam mellett elérhető, a két egymást gyorsan követő inger ilyenkor összetett rángást vált ki.

Összetett rángás előidézésére az izom ingerületének hosszabb lefolyása miatt az áram időtartamának csak annyira való csökkentése is elégséges, a melynél az indítási rángás még nem járt le, a mikor már a szakítási rángás is bekövetkezik; ilyenkor a két rángás már nem lesz különálló, hanem egymásra halmozódik.

Az áram időtartamának további csökkentésekor az indítás és szakítás, illetőleg az áram kifejlődése és megszűnése által okozott kettős ingerület eredményét képező összetett rángás mindinkább összebb vonul, és az úgynevezett pillanatos áramoknál annyira összeolvad, hogy egy egyszerű inger által létrehozott egyszerű rángástól meg nem különböztethető. — Az ily egyszerűnek látszó rángásoknál az a kérdés merül föl, hogy azokat lehet-e jogosan egyszerűeknek tekinteni; a bevezetett áramokkal való ingerléskor ily egyszerűnek látszó rángásokat tesz az izom, kérdés, hogy ezeket egyszerű, vagy kettős inger hozta-e létre.

Irodalmi adatok.

Bevezetett áramoknál az ingerület kiindulási helyét illetőleg *Engelmann* ¹⁾ és *Biedermann* ²⁾ tettek kísérleteket, az előbbi sima, — az utóbbi harántcsíkolt izmokkal.

Engelmann ureteren végezte kísérleteit, és úgy találta, hogy a sima izom a bevezetett áram iránt egyáltalában nagyon kevésbé fogékony, mindazáltal kellő erős bevezetett áram ingerlékenyebb izomnál úgy az anodnál mint a kathodnál ingerületet indít meg; ellenben gyengébb áramnál, vagy kevésbé ingerlékeny izomnál csak a kathodtól indul ki ingerület, az áram megszűnése e szerint, — a melynek az anodnál kellett volna ingerületet kiváltania, — gyengébb áramnál hatástalan marad.

¹⁾ Pflüger's Archiv 1870. 278.

²⁾ Wiener akadem. Sitzungsber. 1879. III. 289.

Miután a harántcsíkolt izmok összehasonlíthatatlanul ingerlékenyebbek mint a sima izmok, azt lehetett várni, hogy elég erős bevezetett áram a harántcsíkolt izmoknál általában kettős ingerképen hat, de a kettős hatás azért nehezebben ismerhető föl, mert míg a sima izomnál, az ingerület csekély tovaterjedési sebessége miatt, a két sark helyén támadt összehúzódás külön megfigyelhető, addig a harántcsíkolt izomban, ha az áram létrejövetele és megszűnése oly rövid időközben követik egymást, a kettős inger hatása egybeolvad, és a kiváltott rángás egyszerűnek látszik.

Mindazáltal megfelelő kísérleti berendezés mellett lehet a harántcsíkolt izomnál is vizsgálatokat tenni a kérdésbe vett anodikus hatás létele felől bevezetett áram alkalmazásakor, s tekintve azt, hogy a sima izomról következtetve a harántcsíkolt izomnál az anodikus ingerlő hatás lételének beigazolását várhatjuk ily kísérletek által: annál meglepőbbek a *Biedermann* kísérleti eredményei, a melyek azt bizonyítják, hogy *«az izomnak egyes bevezetett áramokkal való ingerlése úgy hat, mint az állandó áramnak gyors zárása; az ingerület elsődlegesen csak az áram kilépése helyén támad az izomállományban, és innen vezetés által terjed tovább.»* — A *Hering*-féle kettős myographiummal végzett kísérleteknél ugyanis *«kivétel nélkül előbb állott be a rángás az izom kathodikus felében, mint az anodikus felében.»*

Tekintve, hogy *Engelmann* a harántcsíkolt izmoknál kevésbé ingerlékeny sima izmoknál is kimutatta az anodikus ingerlő hatást, mely erős bevezetett áramnál még tovaterjedő hullámot is képes volt megindítani az extrapolaris szakaszban, — továbbá, hogy *Fick* *) vizsgálatai az idegre vonatkozólag is kétségtelenül bebizonyították az anodikus inger föllépését, és erős bevezetett áramnál a kettős inger okozta halmozódást: nem látszik valószínűnek, hogy a harántcsíkolt izom oly kivételt képezne, miszerint csak a kathodikus inger iránt lenne fogékony, s az anodikus inger az izomra bármely áramerő mellett teljesen hatástalan lenne.

*) Arbeiten aus dem physiol. Laboratorium der Würzburger Hochschule 1872. 65—75. 1.

A bevezetett áram mindenesetre nem egyéb, mint egy nagyon rövid ideig tartó áram, a mely kifejlődik és csakhamar megszűnik; ennek is mindkét irányú erőváltozata által ingerületet kell kiváltania, csakhogy — úgy, mint az állandó áramnál — az anodnál meginduló, az áram megszűnésekor támadó ingerület csekélyebb, mint a kifejlődéskor támadó kathodikus ingerület. — Az áram megszűnésének ingerlő hatását a kifejlődés ingerlő hatásához viszonyítva, a szakítási bevezetett áramnál még az a körülmény is csökkenti, hogy itt az áram visszafejlődése nem oly rögtön történik, mint a kifejlődés, hanem egy bizonyos görbe szerint sülyed le, vagyis a visszafejlődés hosszabb időt igényel, mint a kifejlődés. ¹⁾ Ellenben az indítási bevezetett áramnál a kifejlődési és a visszafejlődési szakasz egymáshoz hasonlóbb lévén, várható, hogy a két erőváltozat hatása egymástól kevésbbé lesz különböző, mint a szakítási bevezetett áramnál.

A bevezetett áram hatásmódjának megállapításánál természetesen első föladat azt kimutatni, hogy a kathodikus hatás kivül az anodikus hatás egyáltalában lehetséges-e.

Fick ²⁾ bebizonyította, hogy egy bevezetett áramütés összetett rángást idézhet elő, ha az ingerlés az ideg felől történik; hogy tehát a bevezetett áramnál is úgy a kifejlődési, mint a visszafejlődési erőváltozat ingerület támasztására képes, csakhogy az utóbbinak hatása gyengébb. *Fick* vizsgálatai szerint ³⁾ «föl kell vennünk, hogy az anodikus inger (Endreiz) létrejövele nagyobb áramerőt igényel, mint a kathodikus inger (Anfangsreiz), annál inkább, minél rövidebb tartamú volt az áram. Az észrevehető anodikus inger társulását (a kathodikus ingerhez) tehát csak oly erős pillanatos áramoknál várhatjuk, a melyeknél a kathodikus rángás már előbb elérte maximumát. — Nagyon természetes ennél fogva, hogy egy kísérleti sorban fokozódó erejű leszálló irányú pillanatos áramoknál az elkéssetten társuló anodikus rángás — a mikor még nagyon gyenge — a rángási gör-

¹⁾ Du Bois Reymond. Gesammelte Abhandlungen I. Bd. 228. l.

²⁾ i. h. 73. l. «Es ist somit bewiesen, dass durch einen Inductionsschlag eine summirte Zuckung entstehen kann, zu welcher der Anfangsreiz den einen, und der Endreiz den andern Summanden stellt.»

³⁾ i. h. 74. l.

bének csak leszálló részét fogja egy kissé emelni és tartamát megnyújtani. Csak nagyobb áramerőknél, a midőn az anodikus inger hatása is növekedett, fogja társulása által a rángás maximumát is emelni, és fogja azt az időbeli lefolyás megfigyelése nélkül is supramaximalis rángásképen kitüntetni.»

Lamansky *) a saját kísérleteinél erős bevezetett áramok hatása alatt beállott supramaximalis rángásokat, mint *Fick*, szintén ingerhalmozódásból magyarázza, de — bár ugyanő kimutatta, hogy nagyon rövid tartamú állandó áramok úgy szakítási mint indítási rángást képesek kiváltani, s ezek társulása mellett, épen úgy mint a bevezetett áramoknál, a rángások magassága jelentékenyen emelkedik, — a bevezetett áramok által előidézhető túl magas rángásokat nem a kathodikus és az anodikus inger összegeződéséből származtatja, hanem együttesen az indításkor bevezetett áramingernek és az áramló villamosság unipolaris kiegyenlődésének hatásából.

Lamansky értelmezése az unipolaris hatás közreműködését illetőleg nem látszik elfogadhatónak. Ha unipolaris hatás van, ez ok miatt tényleg jöhet létre halmozódás, mert tekintve a villamáram nagy tovaterjedési sebességére, az unipolaris ingert, — ha az az ideg felől indul is meg, — úgy tekinthetjük, mintha elkésés nélkül közvetlenül az izomra hatna, míg az idegben támadt ingerület csekély sebessége miatt az első ingert csak jelentékenyen visszamaradva követné. Az izom összehúzóadásának tehát már az unipolaris hatás folytán kellett volna megindulnia, a minek jelentékenyen rövidebb lappangási szakasz lett volna az eredménye; ez pedig úgy a *Lamansky*, mint a *Fick* kísérleteinél föltűnt volna, mert a myographikus görbe egész lefolyása szem előtt volt, és *Lamansky* méréseket is tett úgy a lappangási szakasz, mint az egész myogramm hosszát és az emelkedés magasságát illetőleg.

Lamansky kísérleteinél meg van ugyan jegyezve (14. és 20. kísérlet), hogy a mikor túlságosan magas volt az emelkedés, akkor az ingerlésre alkalmazott áramerő unipolaris hatást is képes volt létrehozni, de a rángás lappangási idejének megrö-

*) *Heidenhain*: Studien d. physiol. Instituts zu Breslau. 1868. 4. Heft. 216.

vidüléséről nincs említés téve, és az illető táblázatokban a lappangási szakasz hossza nincs föltüntetve. — Nem valószínű azonban, hogy e megrövidülést *Lamansky* elhallgatta volna, ha az észlelhető lett volna, mintán e tény az ő fölfogása mellett megdönthetetlen bizonyítékot képezendett; sőt azt lehet állítani, hogy miután a lappangási szakasz ily megrövidüléséről nincs említés téve, az nem is volt jelen, és a *Lamansky* saját kísérletei kizárják az unipolaris hatás közreműködését a túl magas rángások létrehozásánál, és bizonyítják az ő értelmezésének jogosulatlanságát.

Zárt áramkör mellett unipolaris kiegyenlődés nem is jöhet létre még olyan áramerőnél, a mely megszakított áramkör mellett már unipolaris rángást vált ki, mert a zárás, — bár oly rossz vezetővel mint az ideg, — a feszélyt jelentékenyen alacsonyítja.

Lamansky csatlakozik *Rosenthal*nak *) ama véleményéhez, hogy a bevezetett áram úgy hat, mint az állandó áramnak megindítása, azaz kathodikus ingerképen; ennek bebizonyítása céljából kísérleteket is tett oly módon, a mint *Fick* ajánlotta: összehasonlította a myogrammok lappangási időszakát le- és fölszálló irányú indítási bevezetett áramoknál. — Két ilyen kísérletet közöl is, és azok eredménye — ha csak a lappangási időszak hosszát vesszük figyelembe — véleményét igazolni látszik; de kétséget is enged. — Nevezetesen a mérésre fölhasznált myogrammoknál a rángás magassága csak 4·7—5·2 mm. volt, a melyek bár maximális rángásoknak látszanak, valószínűleg csak kisebb ingerlő áramok által váltottak ki; a másodlagos tekercs távolsága ugyan épen a kísérleteknél nincs följegyezve, de a 217-dik lapon közölt kísérlet példája szerint, — a melynél szintén indokolt lett volna az áramerő fokozásakor 3 cm.-nél előbbre haladni, — erősebb áramokkal vagy nem is tett kísérletet, vagy legalább azokat nem említi, és így véleménye csakis a kísérleteinél alkalmazott áramerőkre volna vonatkoztatható és általánosságban, nem szükségképen igaz. — Erősebb ára-

*) Fortschritte der Physik, im Jahre 1859. Berlin 1861. 532. (*Lamansky* után.)

moknál valószínűleg ő is igazolva látta volna a *Fick* kísérleti eredményeit, a melyek az anodikus hatás lételet bizonyítják.

Különben, ha a *Lamansky* kísérleteinél nemcsak a lappangási időszak hosszát vesszük figyelembe, hanem a többi adatokat is, az anodikus ingerlő hatás lételeire is találunk bennök bizonyítékot. Nevezetesen a 6-ik kísérletnél (18. dec. 1867.) 31 mm. hosszú intrapólar idegszakasz, 2 Bunsen-elem, indítási bevezetett áram és 10 gr. megterhelésnél a következő eredmény mutatkozott:

A kísérlet száma	Az áram iránya	A lappangás hossza	Különbség	A rángás időtartama	Különbség	A rángás magassága
1 <i>a</i>	↓	45.6	— 3.5	308.2	+ 3.1	5.2
1 <i>b</i>	↑	49.1		305.1		5.2
2 <i>a</i>	↓	39.6	— 4.6	307.2	+ 4.2	5.0
2 <i>b</i>	↑	44.2		303.0		5.0
3 <i>a</i>	↓	39.8	— 4.4	304.4	+ 4.4	5.0
3 <i>b</i>	↑	44.2		300.0		5.0
4 <i>a</i>	↓	39.7	— 5.5	301.5	+ 7.5	5.0
4 <i>b</i>	↑	45.2		294.0		5.0

E táblázat szerint, bár a rángás magassága mindig egyenlő volt le- és fölszálló áram mellett, a rángások időhossza mégis különbségeket mutat. Nagyon érdekes pedig, hogy e különbségek egyeznek a lappangási időszak hosszában talált különbségekkel, azaz a leszálló irányú áram által kiváltott rángásnál rövidebb a lappangási szak, de hosszabb a rángás időtartama. Ez azt látszik bizonyítani, hogy míg a fölszálló árammal nyert rángások egyszerűek voltak, addig a leszálló áramnál már halmozódás történt. A halmozódás leszálló áramnál könnyebben jöhet létre mint fölszállónál, mert ekkor az anod az ideg végéhez közelebb, tehát az idegnek ingerlékenyebb helyén hat, és így hatása nagyobb, mint fölszálló áram mellett, a mint ezt az állandó árammal tett kísérletek is bizonyítják.

Vintschgau *) bevezetett áramokat alkalmazván az idegre ingerképen, tanulmányozta az inger nagyságának befolyását az

*) Pflüger's Archiv 1882. XXX. 17.

ingerület tovaterjedési sebességére. Kísérleti eredményeinek értelmezhetésére szükségesnek tartotta fölvenni, hogy:

«1. Bevezetett áramok alkalmazásakor, legyenek azok fölvagy leszálló irányúak, az ingerület csak a kathodtól indul ki, úgy tehát, mint az állandó áramok megindításakor.

2. A bevezetett áramnál, úgy mint az állandó áram alkalmazásakor, az anodnál gátolva van az idegingerület tovaterjedése.»

E két fölvétel pedig olyan természetű, hogy egymást kizárja, és csak vagy az egyik vagy a másik lehetséges.

Vintschgau ugyanis kifejti, hogy annak egyszerű fölvétele, hogy az ingerület bevezetett áramnál a kathodtól indul ki, a nélkül, hogy föltételezné azt is, hogy egyszersmind ugyanakkor az anodnál gátolva van az ingerület áttérjedése, az ő tapasztalatainak értelmezésére nem elégséges. Kénytelen tehát fölvenni, hogy egyidőben a kathodnál kifejlődő ingerülettel a gátlás is föllép az anodnál. — A bevezetett áram tehát e tekintetben épen úgy viselkednék, mint az állandó áram, vagyis a bevezetett áramok hasonlóképen az anodnál anelektrotonikus változásokat idéznek elő.

E fölvétel mindenesetre alapos; de az következik belőle, hogy ha az anodnál a bevezetett áram rövid tartama alatt is oly fokú anelektrotonus fejlődik ki, a mely az ingerület tovaterjedését észrevehető fokban akadályozni képes, ez anelektrotonus megszűnése egyszersmind ingerület kiváltására is alkalmas lesz; mert a *Pflüger*-féle rángási törvény szerint már gyengébb áramok váltanak ki szakítási rángást, és csak erősebbeknél mutatkozik a vezetés akadályozása. Nem lehet pedig jogosan föltételezni azt, hogy az az anelektrotonus, a melyet állandó áram idéz elő, megszűnése által egyszersmind ingerképen is hat, a midőn a vezetést gátolja, ellenben az az anelektrotonus, a melyet a bevezetett áram kelt, a vezetést gátolja ugyan, de megszűnésekor nem ingerel.

A *Vintschgau* kísérleti eredményeinek értelmezhetésére különben sincs szükség a kathodikus ingerlés egyedülvaló fölvételére, mert azok megfejthetők a kettős ingerlés tényének elismerése mellett is.

A szóbanlevő kísérleti eredmények, a melyeknél a kizá-

rólagos kathodikus ingerlés kérdése fennforoghatna, a következők:

a) Csak néhány milliméternyi távolságban álló elektrod-pár útján bevezetett árammal ingerelt ideg ingerülete az izomban oly rángásokat vált ki, a melyek lappangási szakasza különböző hosszú, — u. i. rövidebb, ha a bevezetett áram leszálló, mint ha fölszálló irányú; pedig az elektrodok csekély távolsága és az ingerület nagy tovaterjedési sebessége mellett ily különbség nem volna várható.

Ha igaz az, hogy az erősebb inger mellett nő a tovaterjedési sebesség, — a mit a *Vintschgau* kísérletei bizonyítanak, — akkor e jelenség megfejtésére elégséges a bevezetett áram tartama alatt fönnálló anelektrotonikus változás, mert ez fölszálló irányú áramnál a kettős ingerhatást is gyöngíteni fogja, a menyiben gyöngíti az egyik tényezőt, a kathodtól kiinduló ingerületet; ellenben leszálló irányú áramnál nem lévén, vagy csekélyebb lévén a gátló hatás, a kettős inger erősebb és ennél fogva tovaterjedési sebessége nagyobb, a rángás lappangási időszaka kisebb lehet.

b) Ha az ideget egymásután gyengébb és erősebb bevezetett áram ingerli, a lappangási szakasz rövidebbnek mutatkozik az erősebb áram által kiváltott rángásnál; a lappangási szakaszok különbsége azonban kisebb a fölszálló mint a leszálló áram mellett.

E jelenség megfejtése sem egyszerűbb a kizárólagos kathodikus ingerlés föltételezése mellett, mint a kettős ingerlés tényének tekintetbe vételekor. Erős áramnál u. i. az elektrotonikus változás az extrapolaris szakaszra is áttérjed; s minthogy fölszálló áramnál az ingerület az anelektrotonikus szakaszon át jut az izomhoz, a melyben a vezetőképesség annál jobban alászállott, minél erősebb volt az áram, e miatt gyengül és várható, hogy akár csak a kathodtól egyedül indul ki az ingerület, akár ahhoz még az anodnál keltett ingerület is csatlakozik, fölszálló áramnál kisebb lesz a különbség a lappangási szakasz hosszára vonatkozólag gyengébb és erősebb áramok által kiváltott rángásoknál, mint leszálló árammal való ingerléskor; mert az ingerlő áram erősebb volta miatt a tovaterjedési sebesség növekednék: ennek útjában leszálló áramnál nincs akadály,

fölszálló áramnál ellenkezőleg az anelektrotonus miatt a gyorsulás csak csekélyebb lehet, vagy egyáltalában létre se jöhet, vagy még ellenkezőleg lassabbodás is állhat elő.

c) Fölszálló irányú ingerlő áramnál, ha az elektrodok az izomhoz közel vannak elhelyezve, nagyon erős bevezetett áramok által kiváltott rángások lappangási szakasza hosszabb, mint a gyengébb áramok által kiváltott rángásoké.

E jelenség magyarázata a b)-nél említettekben található.

Vintschgau kísérletei a mondottak szerint nem bizonyítják az anodikus inger hiányát bevezetett áramnál.

Az idegnél különben meg van nehezítve az anodikus ingerrel hatás fölismerése bevezetett áram alkalmazásakor ama körülmény miatt, hogy az áram emelkedése és sülyedése oly rövid időközben következnek egymásután, hogy együttes hatásuk az izomra az egyszerű inger hatásával egyenlő lehet. Bár itt is szét lehet választani, még a teljesen egyidejű két inger hatását is, úgy, a mint *Fick* ajánlotta, hogy az egyik elektrodot közel az izomhoz, a másikat lehető távol helyezzük el.

Az izom közvetlen ingerlésekor az anodikus ingerlő hatás bevezetett áramnál könnyebben lesz kimutatható, mert az anod és a kathod az izom különböző helyein lévén elhelyezve, egyszerre két helyről indul ki az ingerület és a halmozódás mindenestre létrejön.

A bevezetett áram anodikus ingerlő hatása az idegre vonatkozólag *Fick* vizsgálatai szerint kétségtelenül be van igazolva; viszont úgy hiszem, az elmondottak által sikerült kimutatnom azt, hogy az anodikus ingerhatás ellen fölhozott érveknek bizonyító erő nem tulajdonítható: indokolva van tehát most már annak vizsgálásához kezdenünk, hogy ez ingerhatás elég erős-e arra, hogy az idegnél kevésbbé ingerlekeny izomban is ingerületet legyen képes létrehozni.

Biedermann kísérletei szerint anodikus inger a bevezetett áramnál nincs; de a kísérletek leírásából úgy látszik, hogy a tetel ily értelmű általánosítása nincs eléggé igazolva.

Biedermann szerint u. i. «a kurarával mérgezett állatok izmainak *Brücke* által először kimutatott nagy érzéketlensége ily rövid időtartamú áramok irányában e kísérleteknél nagyon világosan előtűnik. A Du Bois-féle száнка-készülék tekercseit

csaknem az érintkezésig kell egymáshoz közelíteni, hogy egy Daniell-elemmel erőteljes rángásokat váltsunk ki; minél az alkalmazott nem sarkuló elektrodok nagy akadálya is minden-esetre figyelembe veendő.»

E leírásból azt lehet következtetni, hogy *Biedermann* az ingerlésre oly erejű bevezetett áramokat használt e vizsgálatoknál, a melyek erőteljes rángásokat váltottak ki; de nem tűnik elő, hogy e rángások maximalis rángások voltak-e; és semmi se mutat arra, hogy erősebb áramokat is alkalmazott az ingerlésre, a mit elmulasztania semmi esetre sem lett volna szabad, ha a kísérleteiből levont tapasztalatot mint általános törvényt akarta fölláttani.

Hasonló fölfogást találtam a bevezetett áramnak az izomra való hatása felől még *Kries*¹⁾ egyik értekezésében. Nem tudhatni azonban, hogy állítása saját kísérletein alapul-e, avagy másokra támaszkodik; valamint nem tűnik elő világosan, hogy az állítás csak submaximalis ingerképen ható bevezetett áramokra, avagy erősebbekre is vonatkozik-e.

*Pflüger*²⁾ szerint is «a bevezetett áram kifejlődési szakasza csak a katelektrotonus területében ingerel; a visszafejlődési szakasz pedig csak minimálisan vagy épen nem a múltó anelektrotonus területében, minthogy ez utóbbinak elég erős kifejlődésére nem volt idő.»

*Bernstein*³⁾ szerint «hogy ez (az anodikusz szakítási ingerhullám) nagyon rövid ideig tartó áramoknál egyáltalában létrejön-e, még vizsgálendő volna.»

Bernstein, úgy látszik, megfeledezett előbbi kísérleteiről, a melyek mindkét sark ingerlő hatását bizonyították. (Untersuch. üb. d. Erregungsvorgang etc. Heidelberg 1871. 81—82. l.) «Daraus geht nun hervor, dass die Reizung mindestens an beiden Electroden erfolgt, und dass sie für unsere Messapparate als gleichzeitig zu betrachten ist.»

¹⁾ Du Bois: Archiv 1885. 74. «Vielmehr wird unter diesen Umständen, wenn der Inductionsschlag den ganzen Muskel durchsetzt, nur eine mehr oder weniger kleine Partie in der Umgebung der Kathode in Erregung versetzt.»

²⁾ Pflüger's Archiv 1883. XXXI. 125.

³⁾ Du Bois Archiv 1886. Physiol. Abth. 216.

*Tigerstedt*¹⁾ a *Biedermann* kísérleti eredményét törvényképen fogadja el; de nem jól érti, vagy legalább nem jól adja elő. — *Bezold* is hivatkozik; de ennek vizsgálatai csak állandó áramra vonatkoznak, bevezetett áramokra nem; továbbá sem ő, sem *Biedermann*, sem mások nem bizonyították azt, hogy: «az izomra úgy mint az idegre, úgy az állandó mint a bevezetett villamáram csak a negatív sarknál hat ingerlőleg.» Ellenkezőleg *Biedermann* azt állítja, hogy míg az állandó áram indításakor kathodikus ingerlés, szakításakor pedig anodikus ingerlés folytán áll be a rángás, addig a bevezetett áramnál, hol a kifejlődés és a visszafejlődés egymásután igen rövid időközben következnek, csak a kathodnál támad elsődlegesen ingerület, az anodnál nem. Minthogy azonban a bevezetett áramokat illetőleg a *Biedermann* adatai *Tigerstedt* művében helyesen vannak értelmezve és törvényképen elfogadva, minket itt csak ez érdekel; az állandó áram anodikus hatása további bizonyításokra már nem szorúl.

Tigerstedt kísérleteinek átvizsgálásánál akadunk olyan adatokra, a melyek az általa elfogadott törvény ellen szólnak, s azt bizonyítják, hogy a bevezetett áramnál kettős inger képezi a beálló ingerület okát. Ugyanis a rendes helyzetben fölfüggesztett gastroknemius izmon az elektrodok a két végnél voltak elhelyezve, és a midőn ez elektrodok segítségével az izmot fölszálló és leszálló irányú állandó áramok megindítása által ingerelte, a midőn tehát az ingerület a kathod helyzetének megfelelőleg egyszer az izom vastagabb, másszor vékonyabb végétől indult ki: a lappangási időszak hosszában oly különbségeket tapasztalt, a melyek az *Aeby*²⁾ vizsgálatai alapján már előre is

¹⁾ Du Bois' Archiv 1885. Suppl. Bd. 225. «Durch die Untersuchungen von v. Bezold u. A. welche neuerdings durch die aus dem Institute Hering's hervorgegangene Untersuchung *Biedermann's* in hervorragender Weise bestätigt sind, wissen wir, dass am Muskel ebenso wie am Nerven, sowohl der constante wie der inducirte electrische Strom nur am negativen Pole erregend wirkt. Bei einem vollkommen regelmässig gebauten Muskel wie z. B. dem Sartorius des Frosches, wird also primär nur eine einzige Stelle erregt, auch wenn der Muskel vom Strome total durchströmt wird, und von dieser Stelle breitet sich die Erregung mit einer gewissen Geschwindigkeit über den ganzen Muskel aus.»

²⁾ Du Bois Archiv 1867. 704. «Das lastende Gewicht wird eben

várhatóak voltak; nevezetesen a lappangási szakasz hossza rendszeren rövidebb volt a fölszálló, mint a leszálló irányú áram indításakor, rövidebb tehát akkor, a midőn a kathód az izom vastagabb végén volt elhelyezve (85. 91. 94. 95. kísérlet); ellenkezőleg, a midőn a szakítási *bevezetett áramot* vezette át az izmon fölszálló és leszálló irányban (85. 102. 150. 152. kísérlet), ily különbség nem mutatkozott, és azok alapján kimondhatta *Tigerstedt*¹⁾, hogy: «a bevezetett áram iránya az izomrángás lappangási szakaszára rendkívül csekély jelentőségű;» — az állandó áramnál ellenben elismeri²⁾ az áram irányának fontos voltát, u. i. «hogy az állandó áram iránya a különböző izomelemekre való ingerlő hatás tekintetében nagy jelentőségű.» Sőt azt mondja (188. l.), hogy az ő «saját észleletei tökéletesen igazolják a *Bezold* és a *Biedermann* kísérleti eredményeit.»

Ha a bevezetett áramnál is, úgy mint az állandó áram megindításakor az ingerület mindenkor csak a kathódtól indulna ki, akkor ily különbség érthetetlen volna. Ellenben egészen világos a különbség oka akkor, ha tudjuk, hogy az erős bevezetett áramoknál — a bevezetett áram rövid időtartama miatt csaknem egyidejűleg — úgy a kathódtól mint az anódtól is indul ki ingerület; és így a *Tigerstedt* kísérleti berendezése mellett a bevezetett áram irányának a lappangási szakasz hosszára nem lehet befolyása, míg az állandó áramnál — mint-hogy annak megindításakor csak a kathódtól indul meg az ingerület, — az irány változtatása föltűnő hatású.

A fölsorolt irodalmi adatok azt hiszem eléggé igazolják azt az állítást, hogy a *Biedermann* által kimondott tétel a bevezetett áram hatásmódjára nézve nem általános érvényű, hanem valószínűleg csak gyöngye bevezetett áramokra vonatkoztatható.

höher gehoben werden, wenn der stärker reizende Pol, also bei Schliessung der Kette die negative, bei deren Öffnung der positive die grössere Fasermasse beherrscht.»

¹⁾ l. c. 185. l.

²⁾ l. c. 207. l. «Dass die Richtung des constanten Stromes für ihre erregende Wirkung auf den verschiedenen Elementen des Muskels von grosser Bedeutung sein muss, hat schon *Biedermann* hervorgehoben, ich brauche daher diesen für meinen Erklärungsversuch wichtigen Umstand hier nicht näher zu besprechen.»

Ellenkezőleg erős bevezetett áramoknál várhatni, hogy az anodikus ingerlő hatás is bebizonyítható lesz.

Ez irányban végzett kísérleteim a következők:

A) Szakítási bevezetett áram.

I. Kísérletek nem kurarázott izmokkal.

Kísérleteimnél a *Jendrassik* tanár úr által szerkesztett esomyographiumot használtam jelző eszközképen, és az izmot úgy helyeztem el, hogy a középrészén egy platinelektrodokkal el látott elefántesont fogóval gyöngén (a további kísérleteknél erősen) leszorítottam, felső végét egy másik fogóval rögzítettem, alsó végével pedig a myographium jelző emeltyűjét hoztam kapcsolatba. Az izom felső felerésze tehát nem húzódhatott össze, és az elektrodok elhelyezésére szolgált; az alsó elektrod az izmot középen leszorító elefántesont fogóban volt, a felső elektrodot pedig az izom felső végénél helyeztem el. Ingerlésre — a Du Bois-féle szánkagép másodlagos tekercsét egészen föltolva — a szakítási bevezetett áramot használtam, melyet a myographium-kulcs váltott ki. Az elsődleges tekereshez az áramot egy 2 Bunsen-elemből álló teleppel töltött Schenek-Farbaky-féle accumulator szolgáltatta. A myographiumlemez esési sebessége minden kísérletnél $S = \left(\frac{1 \text{ mm.}}{0.00119 \text{ mp.}} \right)$ A görbék lemérését mikroskoppal a *Jendrassik* tanár úr által szerkesztett lemérő állványon eszközöltem, mely a derékszöglet alatt álló coordináták mértékén alkalmazott és mikrometer csavarokkal beállítható noniusok segítségével lehetővé teszi a millimeter tizedrészét pontosan leolvasni. A bevezetett áram a kísérleteknél mindig fölváltva le- és fölszálló irányban haladt az izomban, s a görbék kezdete párok szerint két sorban van egymás mellé írva.

1. Sartorius izom; megterhelés 18 gr. Az intrapolar szakasz hossza 21 mm. A leméréskor az ingerlés pillanatának helye 30.7 mm. ponton állott a mérőlécz hosszában; innen számitandó tehát a lappangási szakasz hossza a rángási görbék

kezdetég. A rángási görbék kezdetei a mérőlécz következő pontjainál voltak:

Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
43·2	42·5	+ 0·7
43·4	42·1	+ 1·3
(42·1)	(38·8) *	(+ 3·3)
41·4	41·4	0
40·2	41·3	— 1·1
43·0	42·8	+ 0·2
42·8	42·9	— 0·1
42·3	43·3	— 1·0
43·7	43·7	0
43·5	43·5	0
Középérték:	42·6	0
A lappangási szakasz hossza:	11·9 mm.	11·9 mm.
		0

A középértéket azért kellett az egyfolytában végzett kísérlet értékeiből kiszámítanom, mert a rángáspárok közt mutatókozó egyenlőtlen különbségek + és — érték szerint változó. Vannak azonban a változó irányú bevezetett áram által megindított rángáspárok közt olyanok is, a melyek semmi különbséget nem mutatnak a lappangási idő hosszát illetőleg, valamint a középértékek is teljesen egyenlők, úgy hogy a lappangási idő hossza le- és fölszálló irányú bevezetett áramnál egyenlő; ez pedig lehetetlen volna, ha az ingerület csak a kathodtól indulna ki, mert leszálló irányú áramnál a kathod közvetlenül az összehúzódható izomfél felső határán van, fölszálló irányú áramnál pedig attól 21 mm. távolságban; és így fölszálló irányú áramnál oly elkésést kellene tapasztalnunk, a mely megfelel annak az időnek, a mely alatt az ingerület az intrapolar izomszakaszt bejárja; vagyis — az ingerület tovaterjedési sebességét 1·5 méternek véve, a myographiumlemez igénybe vett sebessége $\left(\frac{1 \text{ mm.}}{0·00119 \text{ mp.}} \right)$ mellett — 1·2 mm.-nyi különbség volna vár-

*) Ez értéket, minthogy a többitől föltünőleg elüt, a középérték kiszámításánál kihagytam.

ható ama rágáspárok közt, a melyeket az izom változtatott irányú bevezetett árammal történt ingerlés mellett írt.

2. A rectus internus major (Ecker) izom szolgált e kísérletre. Ez izom rostjai ugyan egy inscriptio tendinea által megvannak szakadva folytonosságukban, de az elektrodok e kísérletnél az izom felső felerészén voltak elhelyezve, úgy hogy az inscriptio fölött néhány milliméternyi hosszú részlet még a felső izomszakaszból szabadon mozoghatott; az inscriptio tehát a kísérlet eredményét nem zavarhatta. Ez izommal nyert eredmények tényleg egyezők is a sartorius izommal nyert eredménynyel. A kísérleti berendezés ugyanaz volt mint az előbbi kísérletnél. Az intrapolar szakasz hossza 19 mm.; 23 gr. megterhelés. Az ingerlés pillanatának helye lemeréskor 24·8 mm. A rágások kezdetei:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	28·8	29·8	— 1·0
	27·7	27·8	— 0·1
	28·6	28·1	+ 0·5
	27·3	27·5	— 0·2
	29·8	29·6	+ 0·2
	28·2	28·2	0
	28·2	28·3	— 0·1
	27·8	28·0	— 0·2
Középérték:	28·3	28·4	— 0·1 mm.
A lappangási szakasz hossza:	3·5 mm.	3·6 mm.	— 0·1 "

3. Folytatás ugyanez izommal néhány percnyi szünet múlva. Az ingerlés pillanatának helye a lemerésnél 25·2 mm. A rágások kezdetei:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	28·7	27·4	+ 1·3
	28·3	?	?
	28·7	27·7	+ 1·0
	28·3	28·0	+ 0·3
	27·3	28·0	— 0·7
	27·3	28·0	— 0·7
	28·6	28·0	+ 0·6
	27·9	28·0	— 0·1
	?	28·3	?
Középérték:	28·1	27·9	+ 0·2 mm.
A lappangási szakasz hossza:	2·9 mm.	2·7 mm.	+ 0·2 "

4. Folytatás ugyanez izommal ismét néhány percnyi szünet múlva. Az ingerlés pillanatának helye a lemerésnél 25·5 mm. A rángások kezdetei:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	30·8	30·2	+ 0·6
	28·3	28·7	— 0·4
	28·8	29·6	— 0·8
	29·8	30·3	— 0·5
	30·1	29·4	+ 0·7
	29·3	29·5	— 0·2
	30·2	30·6	— 0·4
	30·7	30·7	0
	30·9	29·8	+ 1·1
	30·3	30·5	— 0·2
	30·5	30·5	0
	28·7	28·7	0
Középérték:	29·8	29·8	0
A lappangási szakasz hossza:	4·3 mm.	4·3 mm.	0

5. Folytatás mint előbb. Az ingerlés pillanatának helye a lemerésnél 29·1 mm. A rángások kezdetei:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	31·9	31·5	+ 0·4
	32·4	32·4	0
	31·8	32·7	— 0·9
	31·9	32·7	— 0·8
	33·3	33·4	— 0·1
	33·8	33·8	0
	34·0	?	?
	34·6	33·7	+ 0·9
	34·3	33·9	+ 0·4
	34·1	35·0	— 0·9
Középérték:	33·1	33·2	— 0·1 mm.
A lappangási szakasz hossza:	4·0 mm.	4·1 mm.	— 0·1 "

6. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye a lemeréskor 28·5 mm. A rángások kezdetei:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	32·0	32·0	0
	32·5	32·3	+ 0·2
	32·3	33·7	— 1·4
	32·5	33·8	— 1·3
	34·5	34·3	+ 0·2
	34·5	34·0	+ 0·5
	33·5	33·2	+ 0·3
	33·8	33·6	+ 0·2
	?	32·1	?
	33·8	34·4	— 0·6
Középérték:	33·2	33·4	— 0·2
A lappangási szakasz hossza:	4·7 mm.	4·9 mm.	— 0·2

7. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye a lemeréskor 27·6 mm. A rángások kezdetei:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	32·1	32·2	— 0·1
	33·2	33·2	0
	32·4	32·8	— 0·4
	32·2	32·3	— 0·1
	32·4	32·2	+ 0·2
	32·1	31·8	+ 0·3
	31·8	32·2	— 0·4
	32·1	?	?
	32·3	32·0	+ 0·3
Középérték:	32·3	32·3	0
A lappangási szakasz hossza:	4·7 mm.	4·7 mm.	0

Minde kísérleteknél az egymásután föl- és leszálló irányú bevezetett áram által kiváltott rángások nagysága egyenlő volt.

A következő kísérleti sornál a leszorítás helyén elhelyezett *elektrodpár* és az izom felső végén alkalmazott másik *elektrodpár* segítségével fölváltva ingereltem a mozdulatlaná tett felső izomszakasz alsó és felső végét, abból a célból, hogy lássam, minő különbségeket kellene találnunk föl- és leszálló áramirány mellett, ha netalán a bevezetett áramnál csak a kathod indítana

meg ingerületet; továbbá azért, hogy meggyőződjem, vajjon a fönt és a lent kiváltott rángások egyenlő erősek-e.

8. Az előbbi izommal tett e kísérletnél az ingerlés pillanatának helye leméréskor a mértékléc 28·8 mm. pontjánál volt, a rángási görbék kezdetei a felső és az alsó *elektrodpártól* kiinduló ingerületek után:

	Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Különbség
	32·6	42·1	— 9·5
	33·5	41·1	— 7·6
	33·4	40·3	— 6·9
	33·8	40·2	— 6·4
Közéérték:	33·3	40·9	— 7·6 mm.
A lappangási szakasz hossza:	4·5 mm.	12·1 mm.	— 7·6 "

E szerint 7·6 mm. különbséget kellett volna találnunk az előbbi görbesoroknál is, ha a bevezetett árammal való ingerléskor az ingerület csak a kathodtól indulna ki, mert ennyi különbség mutatkozik, a midőn az ingerlés valóban fönt illetőleg lent történik.

E különbség ugyan jelentékenyen nagyobb annál, a mely az izomban létrejött ingerület tovaterjedési sebességének fölvételes átlagos értéke (1·5 méter) és a jelző myographiumlemez haladásának meghatározott gyorsasága alapján várható lett volna; de ama talált érték nagyítva van az által, hogy az e kísérleti sorban nyert *myogrammok magassága is nagyon különbözik*; míg u. i. az *elektrodpárral* lent kiváltott ingerület után körülbelül olyan magas görbe jött létre, mint a minőt előbb fölszálló vagy leszálló irányú bevezetett áram után nyertem, addig a felső pár electroddal kiváltott ingerület nem idézett elő maximalis rángást, hanem csak mintegy felényit, vagy még kisebbet; a minék oka nyilván az izom középrészének leszorításában keresendő; a leszorított szakaszon u. i. meg volt nehezítve az ingerület átlépése az alsó izomszakaszra.

A lappangási idő bebizonyított egyenlőségén kívül föl- és leszálló irányú bevezetett árammal való ingerléskora a rángások egyenlőnek bizonyult nagysága egy második és döntő bizonyíték a mellett, hogy a bevezetett áramnál mindkét sarktól indul

ki ingerület, még pedig erős bevezetett áramnál körülbelől egyenlő ingerület.

Ugyanis ha csak a kathod hatott volna ingerlőleg, akkor a leszálló irányú bevezetett áramnál erős, a fölszállónál gyenge rángást kellett volna látnunk az előbbi tapasztalat értelmében, de ellenkezőleg mindkét rendbeli rángás egyenlőnek látszott. A rángások egyenlősége pedig úgy jött létre, hogy fölszálló bevezetett áramnál a jelző izomfélben közvetlenül kiváltott erős anodikus ingerülethez a távolabbi helytől kiinduló előbb kiváltott, de a közbenlevő izomszakasz miatt elkésett és gyöngye kathodikus ingerület csatlakozott; leszálló bevezetett áramnál ellenben a közvetlenül kiváltott erős kathodikus ingerülethez a távolabbi electrodtól kiindult gyöngye anodikus ingerület társult és az eredményes megrövidülés egyenlő lehetett, ha az alkalmazott áramerőnél az anod és a kathod ingerületkiváltó hatása egyenlő, u. i. maximalis volt.

Hogy kizárjam ama föltevést, hogy a rángások magasságában mutatkozott különbség a felső és az alsó electrodpárral történt ingerlés után talán kifáradási vagy elhalási jelenség lenne, minthogy e meghatározások egy hosszú kísérleti sor végén történtek: ismételtem még szétválasztott elektrodok mellett fölszálló és leszálló bevezetett árammal az ingerlést; az ily módon nyert görbék ismét az előbbiekhöz hasonlóan egyenlő magasak voltak és egyenlő hosszú lappangási szakaszt tüntettek elő, a mint a következő sor adataiból kiderül.

9. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye a leméréskor 28·8 mm.; a rángási görbék kezdete:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	37·1	36·6	+ 0·4
	37·1	37·0	+ 0·1
	36·9	36·6	+ 0·3
	34·4	34·3	+ 0·1
	36·9	37·5	— 0·6
Középtérték:	36·4	36·4	0
A lappangási szakasz hossza:	7·6 mm.	7·6 mm.	0

E szerint a felső és az alsó electrodpártól kiinduló ingerületek után a 8-ik kísérletnél mutatkozott különbözőség a rán-

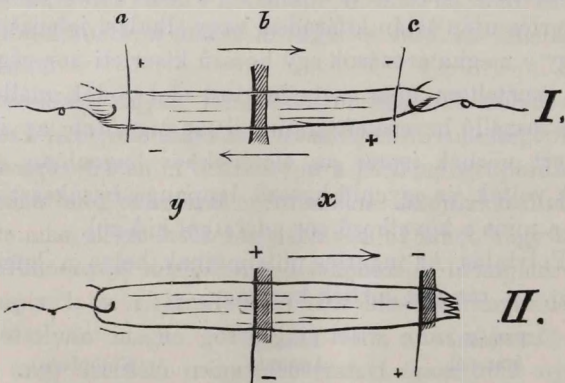
gások nagyságára és a lappangási időszakra vonatkozólag csak a közbeiktatott izomszakasz miatti elkésésre és a leszorítás helyén elszenvedett gyengülésre vezethető vissza; föl- vagy le- szálló irányú bevezetett áramnál a jelző szakasz rángását mindig az alsó elektrodnál meginduló ingerület idézi elő, azért egyenlő a lappangási időszakasz.

A fől sorolt kísérletek eredménye oly éles ellentétben áll a *Biedermann* által föll állított tétellel, hogy a kísérletek bizonyító hatása nem volna teljes, ha nem igyekezném kideríteni az okot is, a mi a különbséget föltételezhette.

*
*
*

Az ok mindenesetre vagy a kísérleti berendezésben, vagy a kísérletek egyéb körülményeiben rejlik.

A *Biedermann* kísérleti berendezése (I. I. ábra) az általam használttól (I. II. ábra) lényegében nem tért el. Mindkettőnél le van az izom középrésze szorítva, hogy helyéből el ne mozdul-



1. ábra.

jon; de míg az 1. berendezésnél *egy* ingerlés folytán létrejön a két oldalon egy-egy rángás, — bár az izom két különböző felében, — addig a II. berendezésnél két váltogatott irányú áramnak kell két rángást kiváltani. Az elsőnek (I) előnye az, hogy az összehasonlított két görbe az izomnak egyenlő kifáradási szakából ered; a másodiknak (II) előnye az, hogy a két összehasonlított rángásgörbét ugyanaz az izomszakasz írta. Mindkét

eljárásnál közös, hogy a jelző izomfél közvetlenül érintkezik az elektrodok egyikével, s hogy a jelző szakasztól távolabb álló elektrodtól kiinduló ingerület ama szakaszra csak úgy juthat el, ha előbb bejárta az izomnak a végtől a leszorítás helyéig terjedő másik szakaszát.

Figyelembe veendő különbség a két berendezésnél az, hogy ha a másodiknál (II) leszálló irányú az ingerlő áram, a kathód az izom közepén b -nél kelt ingerületet, — az elsőnél (I) ellenkezőleg hasonló irányú áram mellett az y szakaszban a -nál az izom végén kelti azt; ha pedig esetleg ugyane pillanatos inger-nél a $+$ sarktól is indul ki ingerület, ez a II. berendezésnél a közbeeső (x) izomszakasz miatt elkésve fog ugyanott u. i. b -nél hatni a jelző izomfélre, a honnan az első ingerület is kiindult; ellenben az 1. berendezésnél az a -tól b -ig terjedő (y) izomszakaszra vonatkozólag a kathódtól a -nál indul ki az első ingerület és ehhez b -nél csatlakozik a második, szintén elkésve a közbeeső (x) izomszakasz miatt.

A halmazódás tanulmányozására úgy látszik az 1. berendezés alkalmasabb, mint a II., mert az izom két külön helyén támadó ingerületek keletkezésökkor egymást nem befolyásolják, és egyidőben megindulva is halmazódás jelenségét hozhatják létre; míg a II. berendezésnél a b ponton fölvételesen egyidőben ható két inger csak úgy hatna, mint egy erősebb, s ha mindkettő maximalis rángást bírna kiváltani, a kettő együttvéve sem idézne elő nagyobb hatást, mint az egyik magában. Itt e kísérletnél azonban mindkét berendezésnél a második inger — illetőleg ingerület — ha van, csak elkésve csatlakozhat az elsőhöz, és miután a közbeeső 18—25 mm. hosszú izomszakasz miatt, — 1.5 méter tovaterjedési sebességet számítva, — az elkésés 0.012—0.016 mp mindkét berendezésnél egyenlően mutatkozni kell a halmazódásnak, mert *Helmholtz**) vizsgálatai szerint a halmazódás csak 0.0016 mp.-nél rövidebb időköz mellett marad el.

Az anodikus inger kimutatására mindkét berendezés használható, mert az 1.-nél az anód épen úgy közvetlenül van összekapcsolva az izom egyik felével, mint a II.-nél főlzálló irányú

*) Wissenschaftliche Abhandlungen II. 884.

áram mellett; megjegyzendő azonban, hogy a *Biedermann* kísérleti berendezésénél a jelző izom a villamáram útjába be lévén iktatva, az izom két felében különböző elektrotonikus változások úgy a rángás lefolyását, mint a másik sarktól kiindult ingerület tovaterjedését befolyásolhatták és oly különbséget hozhattak létre, a minő az én kísérleteimnél ki volt zárva, minthogy a jelző szakaszt a villamáram nem áramolta át, és az elektrotonikus változások az izomnál a sarkakon nem terjednek túl.

A berendezés különbözősége mindazáltal nem képezhetette okát az anodikus ingerlés kimaradásának *Biedermann* kísérleteinél.

Mielőtt azonban még a kísérletek körülményeinek bírálásába bocsátkoznám, főlemlítem itt *Biedermann*-nak egy megjegyzését*): «Ha az izom közepén nagyon erősen le van szorítva, úgy hogy bemélyedés támad, a melynek szélein az izomállomány földomborodik, akkor az intrapolar szakasz folytonosságában új polusok képződésére és egyidejű ingerlésre van alkalom adva. Kísérletileg meggyőződtem, hogy a csavarnak valamivel erősebb megszorítása elégséges arra, hogy erős áramok alkalmazásakor a két izomfél rángásainak kezdete közt mutatkozó időkülönbséget eltüntesse.» — E megjegyzés azonban az állandó villamáram hatására vonatkozik csupán, és föltűnő, hogy a bevezetett áramok alkalmazásakor a leszorítás kisebb-nagyobb fokának nem mutatkozott hasonló befolyása a két izomfél rángásainak megjelenésére; holott a bevezetett áram nagy feszélye mellett a leszorítás zavaró hatása még inkább előtűnhetett. — *Biedermann* nem tesz említést oly esetekről, a melyekben bevezetett áram alkalmazásakor a két izomfél rángása egyidejű lett volna; de ha ily esetek előfordultak, akkor nehéz föladat eldönteni, hogy vajjon az egyidejű rángások a leszorítás helyén képződött új sarkaknak tulajdonítandók-e, avagy mind a két + és — sark ingerlő hatására vezetendők vissza.

Az általam használt berendezésnél az izom középrészének gyöngébb vagy erősebb leszorítása nem hat a kísérletre zavaró-

*) l. c. 309. l.

lag, mert épen a leszorítás helyén van alkalmazva az egyik elektrod, és az ingerlő áram nincs átvezetve a jelző izomfélen, annak folytonosságában tehát polusok nem képződhetnek.

Keressük tehát a különbséget a kísérletek körülményeiben.

Biedermann kurarázott izmokat használt; én lehetőleg friss izmokat épen leölt nem mérgezett állatból. — Minthogy azonban a kurarának csak az idegvégekre van bénító hatása, e különbség nem lehet oka az eltérő kísérleti eredménynek. — Az én kísérleteimnél ugyan az egyik elektrod épen az izom közepén volt elhelyezve, a mely hely a legalkalmasabb arra, hogy az összes izomidegek ingerületbe jussanak; de az ingerképen alkalmazott bevezetett áram oly erős volt, hogy kétségtől ingerületet támaszthatott közvetlenül az izomban is, és ha pl. leszálló irányú volt az ingerlő áram, tehát a kathod ingere szolgáltatta az első indítatot a rángásra, ez mindenesetre előbb állott be az izom közvetlen ingerlése folytán, mint az idegek felől az ingerület az izmokra átjuthatott, és az ideg egyidejű ingerlése csak a rángás magasságára folyhatott be, nem egyszersmind a rángás kezdetére is. — Ha ellenkezőleg fölszálló volt az áram iránya, akkor a kathod az izom végére, tehát oly helyre esett, a hol az idegrostok hiányzanak; de ilyenkor nem a rögzített felső izomszakaszra közvetlenül ható kathodikus inger volt az izom szabad szakaszában föllépő rángás megindítója, — mert a rángás kezdete nem mutat késést a leszálló irányú áram által kiváltott rángáshoz képest, — hanem a rángást fölszálló irányú bevezetett áramnál mindenesetre az anod ingere indította meg; és kérdés, hogy ez közvetlenül hatott-e az izomra, avagy közvetve az idegek által?

Ha az ingerlés nem közvetlenül az izomra, hanem csak az idegre hatott volna, az ingerület áttétel miatt a rángás kezdetének kis elkésést kellett volna mutatnia a leszálló irányú bevezetett áram által közvetlenül kiváltott rángáshoz képest; az elkésés bár csekély, u. i. *Bernstein* *) meghatározásai szerint 0.0023—0.0041 mp. leendett, mindazáltal — minthogy az én méréseim 0.002 mp. pontosságig megbízhatók — e különbség-

*) Du Bois R.'s Archiv 1882. 332.

nek a középértékekben meg kellene látszania, ha az ingerület az anod felől nem közvetlenül támadt volna az izomban.

Minthogy azonban a myogrammok lemerését más módon, mint a hogy én eszközöltem, ily pontossággal végbeinni nem lehet; és azok, a kik hasonló mérést meg nem kísérltek, ily pontos lemerést egyáltalában lehetetlennek tarthatnának: ismételnem kellett a kísérleteket kurarázott izmokkal is.

II. Kísérletek kurarázott izmokkal.

A kísérleti eljárás és az ingerlésre használt áramerő teljesen ugyanaz volt, mint a megelőző kísérleti sornál; a görbék lemerése is úgy történt mint amott.

10. Sartorius izom 18 gr. súlylyal megterhelve. Az intrapolar szakasz hossza 18 mm. Az ingerlés pillanatának helye = 30·8 mm. A rángási görbék kezdete:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	39·4	39·3	+ 0·1
	39·1	39·5	— 0·4
	35·3	34·7	+ 0·6
	33·3	33·3	0
	36·0	35·8	+ 0·2
	36·2	36·3	— 0·1
	39·5	39·8	— 0·3
	42·3	42·6	— 0·3
	41·4	41·3	+ 0·1
	42·3	42·8	— 0·5
Középérték:	38·4	38·5	— 0·1
A lappangási szakasz hossza:	7·6	7·7	— 0·1

11. M. rectus internus major, 23 gr. súlylyal megterhelve. Az intrapolar szakasz hossza 18 mm. Az ingerlés pillanatának helye a lemeréskor a mérőléc 28·1 mm. pontjánál van. A rángási görbék kezdetei:

Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
37·3	37·8	— 0·5
33·9	33·7	+ 0·2
34·1	34·4	— 0·3
35·2	34·9	+ 0·3
35·1	35·0	+ 0·1
37·5	35·4	+ 2·1
34·6	34·5	+ 0·1
33·9	34·2	— 0·3
35·0	34·5	+ 0·5
32·5	33·8	— 1·3
Középtérték: 34·9	34·8	+ 0·1
A lappangási szakasz hossza: 6·8 mm.	6·7 mm.	+ 0·1 mm.

12. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye 30·3 mm. A rángási görbék kezdetei az izom felső végénél és az alsó szorítóban elhelyezett *elektrodapárok* segítségével fölváltva eszközölt ingerlés után a lemérőlécz következő pontjainál vannak:

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Különbség
35·8	38·3	— 2·5
36·2	(○)	(∞)
39·9	43·0	— 3·1
40·4	43·2	— 2·8
39·8	43·2	— 3·4
39·3	42·2	— 2·9
35·1	42·4	— 6·3
34·8	40·3	— 5·5
36·8	42·6	— 5·8
36·2	42·0	— 5·8
34·6	42·0	— 7·4
Középtérték: 37·2	42·3	— 5·1
A lappangási szakasz hossza: 6·9 mm.	12·0 mm.	— 5·1 mm.

13. Folytatás szétválasztott elektrodokkal. 18 gr: megterhelés. Az ingerlés pillanatának helye a leméréskor 27·3 mm. A rángási görbék kezdetei:

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	30·2	29·8	+ 0·4
	30·4	30·5	— 0·1
	30·3	30·8	— 0·5
	30·4	30·2	+ 0·2
	30·5	30·5	0
	30·5	30·2	+ 0·3
	(32·0)	?	?
	30·4	30·8	— 0·4
	30·2	30·5	— 0·3
	32·1	32·6	— 0·5
Középérték:	30·5	50·6	— 0·1
A lappangási szakasz hossza:	3·2 mm.	3·3 mm.	— 0·1 mm.

14. Folytatás hasonló módon. Az ingerlés pillanatának helye a lemeréskor 28·5 mm.-nél van; a rángási görbék kezdetei.

	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
	33·5	33·4	+ 0·1
	33·4	33·2	+ 0·2
	33·7	33·8	— 0·1
	33·9	31·7	+ 2·2
	33·0	33·1	— 0·1
	33·0	33·0	0
	32·4	32·5	— 0·1
	(32·8)	?	?
	32·5	32·5	0
Középérték:	33·1	32·9	+ 0·2
A lappangási szakasz hossza:	4·6 mm.	4·4 mm.	+ 0·2 mm.

A rángási görbék kezdeteit mutató számadatok közt előforduló 0 azt jelenti, hogy a rángás kimaradt; a ? pedig azt, hogy a rángási görbe szabálytalan volta, vagy a metszéki tengely hiánya miatt pontos lemerést tenni nem lehetett. A zárjelbe foglalt értékeket a középérték kiszámításánál nem vettem figyelembe.

E kísérletek eredménye tökéletesen megegyez az ép izmok-

nál kurarázás nélkül nyert eredménynyel; vagyis úgy látszik, hogy a bevezetett áram irányának a használt kísérleti berendezés és áramerő mellett nincs befolyása a lappangási idő hosszára; tehát nem egyedül a kathodtól indul ki bevezetett áramnál az ingerület az izomban, hanem az anodtól is.

A 12-ik kísérleti sorozat oly rángásokra vonatkozik, a melyeknél fölváltva egyszer az izom közepén elhelyezett alsó elektrodparttól, — máskor az izom felső végén elhelyezett elektrodparttól indult ki az ingerület. — A felső végtől kiindult ingerület okozta rángások jelentékenyen kisebbek voltak, sőt egyszer ki is maradt a rángás, bár az ingerlésre használt áramerő ugyanaz, — sőt a kisebb akadály folytán még nagyobb volt mint a többi kísérleti sorozatnál. — A rángási görbék kezdeti- nek különbsége (középértékben 5.1 mm.) szintén — mint az előbbi kísérleteknél — nagyítva van a rángások egyenlőtlensége által; de ugyane különbséget kellett volna találnunk a föl- és a leszálló irányú bevezetett áramok által kiváltott rángásoknál is, ha az ingerület csak a kathodtól indult volna ki; hasonlóképen a rángások magasságának is abban az esetben hasonló viszonyt kellett volna föltüntetni, mint a fölváltva lent és fönt eszközölt ingerlésnél, ugyanis gyöngé rángást a fölszálló és erős rángást a leszálló áramnál; de ez nem így volt: a leszálló és a fölszálló bevezetett áramok által kiváltott rángások magassága nem különbözött egymástól észrevehetőleg.

E kísérleti sorozatok által tehát kétségtől van igazolva, hogy erős bevezetett áramnál úgy a kathodtól mint az anodtól egyenlő erős ingerület indul meg.

Egyszersmind kitűnt, hogy a Biedermann eltérő kísérleti eredménye nem a kurara által volt föltételezve. — Tovább kell tehát keresnünk az eltérés okát.

Már előbb említettem, hogy Biedermann valószínűleg gyöngé bevezetett áramokat használt az izom ingerlésére; megállapítandó volt ennél fogva, hogy a bevezetett áram hatása mi módon változik az áramerő csökkentésekor.

A megelőző kísérletekkel egyező módon folytattam tehát a vizsgálatokat, változó áramerőket használva az ingerlésre, mindig kurarázott izommal.

Az ingerlésre használt áramerők viszonyának megállapít-

hatása céljából a szánkagép galvanometer segítségével meghatározott erőfokszorral volt ellátva; 1000 fok az az áramerő, a melyet a második tekercs egészen föltolva szolgáltat.*)

15. Sartorius izom, 18 gr. megterheléssel. Az intrapolar szakasz hossza 19 mm. Az ingerlés pillanatának helye 24.1 mm. A rángási görbék kezdetei:

Áram- erő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
40	41.4	39.1	+ 2.1 mm.
40	37.7	35.8	
50	37.9	?	0
50	37.6	37.7	
200	37.1	36.0	+ 0.2 "
200	35.8	36.5	
300	36.4	36.2	+ 0.3 "
300	36.8	36.5	

16. Folytatás hasonló módon. Az ingerlés pillanatának helye 28.9 mm. A rángási görbék kezdetei:

Áram- erő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
100	42.7	42.7	— 0.1
100	43.2	43.4	
100	44.8	42.7	+ 2.1
200	42.0	42.1	0
200	42.1	42.2	
200	42.0	41.9	
200	42.3	42.2	
300	41.4	41.3	— 0.1
300	41.8	41.8	
300	41.8	42.3	
400	43.1	41.6	+ 1.5
400	40.5	40.5	0

17. Folytatás 1000 áramerővel. Az ingerlés pillanatának helye 26.6 mm. A rángási görbék kezdetei:

*) A beosztási eljárás le van írva: «Egy újabb eljárás az áramerő mutató fokszor készítésére» cím alatt e füzetben.

Főlszálló áramnál	Leszálló áramnál	Az alsó elek- trodpár felől	A felső elec- trodpár felől
37·0	37·3	—	—
39·0	38·6	—	—
38·3	38·7	—	—
38·	38·4	—	—
39·8	40·2	—	—
40·6	39·3	—	—
39·4	40·7	—	—
—	—	39·4	42·0
—	—	?	47·0
—	—	39·3	0
—	—	39·3	0

Különbség	0·1 mm.
-----------	---------

2.6 mm.

illetőleg ∞

18. *Musc. rectus internus*. Az intrapolar szakasz hossza 22 mm. 33 gr. megterhelés. Az ingerlés pillanatának helye 23·7. A rángások kezdetei:

Áram- erő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
30	34.7	35.2	— 0.1
30	34.5	34.7	
30	34.4	34.3	
30	34.0	34.0	
20	35.2	34.8	+ 0.2
20	34.9	34.2	
20	35.0	35.5	
40	34.9	?	
—	(35.0)	(31.8)	
—	33.0	32.9	(+ 2.6)
—	(34.6)	(32.6)	
—	33.8	33.6	+ 0.2

19. Folytatás. 18 gr. megterhelés. Az ingerlés pillanatának helye 30·2. A rángási görbék kezdetei:

Áramerő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
10	43·5	41·0	+ 2·1
10	44·3	42·5	
20	44·5	44·9	
20	45·0	42·4	+ 2·6
30	41·7	41·7	0
30	?	?	
40	?	40·3	+ 0·1
40	40·6	40·5	
50	39·3	38·0	+ 1·3
	39·3	38·7	

20. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye 23·8 mm.
A rángási görbék kezdetei:

Áramerő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
20	Már nem vált ki rángást		
30	40·7	35·7	+ 5·0
30	0	37·5	
40	37·0	35·2	+ 2·4
40	37·7	34·6	
50	34·4	?	0
50	35·0	34·2	
50	32·5	32·5	
50	32·8	32·2	

21. Folytatás. Az ingerlés helye 27·9 mm. A rángási görbék kezdetei:

Áramerő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
30	0	42·5	∞
40	43·3	40·8	+ 2·5
50	43·8	39·5	+ 4·3
100	38·1	36·5	+ 1·6
200	33·5	31·8	+ 1·7
300	31·6	31·3	+ 0·3
400	32·0	31·9	+ 0·1
500	31·5	31·2	+ 0·3
600	30·9	30·6	+ 0·3
700	31·5	31·5	0

22. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye = 26·1 mm.
A rángási görbék kezdetei:

Áram- erő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
30	Már nem vált ki	rángást	
40	38·1	38·2	
—	39·7	?	— 0·1
50	37·8	37·6	+ 0·1
—	38·2	38·3	
60	36·7	36·4	+ 0·2
—	36·1	36·0	
1000	31·3	31·6	— 0·4
—	31·0	31·4	

23. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye = 25·3 mm.

A rágási görbék kezdetei:

Áram- erő	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
70	36·3	36·3	— 0·1
70	36·2	36·1	
70	36·2	36·6	
70	37·1	37·1	
200	32·7	32·7	+ 0·1
200	31·9	32·0	
200	29·3	29·0	
200	29·7	29·5	
1000	30·5	30·5	0
—	30·5	30·5	

24. Folytatás 1000 áramerővel ingerelve. Az ingerlés pillanatának helye 25·5 mm. A rágási görbék kezdetei:

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
30·1	35·4	—	—	6·7
29·9	37·4			
30·4	37·8			
—	—	30·0	30·1	— 0·1
31·6	41·6	—	—	7·5
32·5	37·4			
—	—			
—	—	29·3	29·1	+ 0·1
—	—	29·3	29·0	
—	—	29·4	29·7	

E kísérletek, azonkívül, hogy kimutatják azt, hogy a *Biedermann* csupán unipolaris hatást bizonyító kísérleti eredménye a gyenge ingerlő áram alkalmazása által volt föltételezve, egyszersmind megállapíthatóvá teszik a bevezetett áram hatás módját.

A 15-ik sornál látjuk, hogy 40 áramerőnél az ingerület csak a kathodtól indult ki, mert föl- és leszálló ingerlő áram mellett 2·1 mm. különbség mutatkozik a görbék kezdetei közt. E különbség azonban eltűnik a nagyobb áramerőknél.

16-ik sorban, a kifáradás és elhalás egy későbbi szakában, — oly erejű áramoknál, mint a melyek az előbbi sorban a görbék kezdeteinél különbséget nem mutattak, — egyszer 100-nál és egyszer 400-nál mutatkozik különbség, mely az anodikus inger hatástalanná válásából ered. E szerint a *kathodikus inger erősebb mint az anodikus*; és ha erős bevezetett áramoknál mindkettő egyenlő ingerületet vált ki látszólag, az onnan van, mert már az anodikus inger is annyira nőtt, hogy maximális rángást idézhet elő. — Az izom elhalása közben ingerlékenysége kisebbedik, és az anodikus inger oly áramerőnél is hatástalanná válhat, a mely az ép izomban ingerületet váltott volna ki.

A 17-ik sorban 1000 áramerőnél a rángási görbék kezdetei nem mutatnak különbséget; pedig — a mint a fönt és lent utólag eszközlött ingerlés bizonyította, — körfélbelül 2·6 mm. különbség lett volna várható, ha az ingerület csupán a kathodtól indult volna ki. — Hogy a 15-ik és a 16-ik sorban talált különbségek csekélyebbek, az az izom ingerlékenységi változatra vezetendő vissza, s talán az ingerület tovaterjedési sebessége is változott.

18-ik sorban az egészen friss izomnál még a 20. és 30. áramerők sem tüntetnek elő különbséget a rángások kezdeteiben, tehát még ily gyöngye áramoknál is érvényre jut az anodikus inger; a fáradás és az elhalás előrehaladásakor már a 40. áramerőnél is elvétele mutatkozik a különbség.

A 19-ik sorban 10. és 20. áramerőnél mutatkozik különbség; 30. és 40.-nél nem.

A 20-ik sorban már 30. és 40. is ad különbséget, és ez a kisebb rángásoknál nagyobbak látszik, mert lassúbb emelke-

désnél később ismerhető föl az emelkedés kezdete; 50. és 100. áramerőnél már az anodikus inger is hatott, s a különbség eltűnt.

A 21-dik sorban az ingerlékenység csökkenése miatt 30. áramerőnél már a kathodikus inger se váltott ki rángást fölszálló áramirány mellett; s az áramerőt egész 300-ig kellett fokozni, hogy az anodikus inger is rángást indítson meg.

Pihenés után a 22-ik és a 23-ik sorban ismét mindig hatásos volt az anodikus inger, és a görbék, — mint azokban az esetekben mindig, a mikor a görbék kezdetei időkülönbséget nem mutattak, — körülbelül egyenlő magasak; pedig a 24-dik sor szerint a felülről megindult ingerület csak kis rángást váltott ki, és a fönt és lent eszközlött ingerlésnél a rángások kezdete 6·7 és később 7·5 mm.-nyire különbözött.

* * *

Még szembeötlőbb bizonyítékokat szolgáltat az anodnál kifejlődött ingerület mellett a következő kísérleti sor, a melynél — mint az előbbieknél is — az izom közepén le volt szorítva, csakhogy erősebben mint előbb, annyira, hogy a kifeszített izomfél felső végétől kiindult ingerület a jelző izomfélre nem terjedt át; és így a myographium ez esetben rángást nem jegyzett föl, hanem csak akkor, ha az ingerület az izom középrészén elhelyezett leszorító fogóban rejlő elektrodoktól indult ki. — A béka kurarázva volt.

25. Sartorius izom. 18 gr. megterhelés. Ingerlő áramerő 1000. Az ingerlés pillanatának helye a leméréskor = 35·7 mm. A rángási görbék kezdetei:

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
42·0	0}	—	—	∞
43·7	0}	—	—	∞
—	—	44·6	44·6	+ 0·2
		44·1	44·1	
		43·8	42·9	
		43·3	43·4	
44·6	0}	—	—	∞
42·8	0}	—	—	

A rángások mind körülbelül egyenlő magasak.

26. Ugyana békából a másik sartorius izom 18. gr. terheléssel. 1000 áramerő. Az ingerlés pillanatának helye = 32·8. A rángási görbék kezdetei:

Lent ingerelve	Főnt ingerelve	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
38·5	0 }	—	—	∞
42·3	0 }	—	—	∞
—	—	41·1 (40·5)	40·9 (34·4)	+ 0·4
—	—	40·0	39·6	
—	—	41·8	41·1	
—	—	40·6	39·0	
40·4	0 }	—	—	∞
40·1	0 }	—	—	∞
42·0	0 }	—	—	∞

A rángások ↓ áramiránynál erősebbek mint ↑ áramiránynál, a lappangási idő kis különbsége tehát csak látszólagos.

27. M. rectus internus major 33 gr. megterheléssel. Az intrapolaris szakasz hossza 24·5 mm.; a szabadon mozgó izomrész 11 mm. — Az ingerlés pillanatának helye a lemeréskor 34·2. A rángási görbék kezdetei:

Lent ingerelve	Főnt ingerelve	Fölszálló áramnál	Leszálló áramnál	Különbség
38·4	0 }	—	—	∞
39·0	0 }	—	—	∞
—	—	38·6	38·8	— 0·1
—	—	38·8	38·9	
—	—	38·5	38·9	
—	—	38·3	38·3	
38·4	0 }	38·9	38·8	∞
38·9	0 }	—	—	

A fölszálló és a leszálló irányú bevezetett áramok ingere által kiváltott rángások körülbelül egyenlők voltak.

Látjuk, hogy a mikor az izom felső végét a legerősebb

bevezetett áramokkal ingereljük is, a támadt ingerület a leszorítás helyén nem terjed át, és a szabadon függő alsó izomszakaszban nem áll be rángás; ha ellenkezőleg a bevezetett áram fölváltva le- és fölszálló irányban halad át a kifeszített felső szakaszon, mindkét irány mellett erős rángást vált ki; e rángások vagy egyenlőek, — a mikor a lappangási szakaszok hossza közt sincs különbség, tehát az ingerület mind a két esetben egy helyről indul ki, még pedig a jelző izomrészszel közvetlen határos alsó elektrodától, mely fölváltva egyszer az anod, másszor a kathod, — vagy különbözőek, és pedig leszálló áramnál erősebbek, és ekkor a lappangási szakasz hossza is különbözőnek látszik; de a különbség csekélyebb, mint lennie kellene akkor, ha az ingerület a két irányú áramnál különböző helyről indulna ki; nyilvánvalólag tehát csak látszólagos e különbség, és az által van föltételezve, hogy e kisebb inger által kiváltott csekélyebb erélyrészletekből összegeződés által kisebb megrövidülés jön létre, és a kisebb görbének kezdetéből nagyobb részt takar el a metszéki tengely, illetőleg a megrövidülés később lesz fölismerhetővé.

Az ingerület itt nem is okozhat másképen rángást, csak ha az alsó elektrodától indul ki, s ha a fölszálló irányú áram gyengébb rángást vált ki, az csak azért van, mert az anodikus inger gyengébb a kathodikus ingernél.

* * *

Minthogy a fölsorolt kísérletek nagyobb része a *rectus internus* (Ecker) izommal történt, — bár az eredmény teljesen egybehangzó a *sartorius* izomnál talált eredménnyel, — szükségesnek láttam a kísérleteket még egy más izomra is kiterjeszteni, és a *sartorius* izommal tett kísérleteket is szaporítani. — Mint előrelátható volt, minden további kísérlet eredménye egyezett a megelőzőkkel; de azért ezek közlését sem hagyom el, mert annál biztosabbá válik a tapasztalat, minél több kísérleti tény járul annak megerősítéséhez; és mert az összes kísérleti eredmények közlése által ki akarom zárni ama gondolat lehetőségét, hogy a tapasztalt anodikus ingerlés jelensége bár csak kivételesen is elmaradna.

Az elektrodok elhelyezését a következő kísérleteknél meg-

változtattam, úgy hogy az izom felső és alsó végén — tehát a táblázatokban található jelzés szerint fönt és lent — történt ingerlésnél az elektrodok nem az izom két oldalán szemközt állottak egymással, mint a megelőző kísérletekben, hanem az izom egyik oldalán egymástól 2 mm. távolságban. E változtatást azonban nem czélszerűségi tekintetből tettem, hanem részint mert egy, az esőmyographium egyik mellékreszeképen meglevő ily elektrodokkal fölszerelt fogó kényelmesebben volt kezelhető, mint az előbbi kísérleteknél alkalmazott másik fogó és külön elektrodok, — részint mert az elektrodok elhelyezésének változtatása az eredmények összehasonlítása tekintetéből is indokolt volta.

Az *adductor magnus* (Ecker) izom alkalmazásakor az izom alsó végének a jelző emeltyűvel való összekapcsolására ama fogót használtam, a melyet *Jendrassik* tanár úr abból a czélból szerkesztett, hogy a rángási görbének az izomrostok hosszasági különbségéből eredhető változása ki legyen kerülve, — bár e kísérleteknél a görbe alakja nem jön tekintetbe, hanem csupán csak a rángás látszólagos kezdete.

28. Két sartorius izom együtt, 33 gr. súlylyal megterhelve. Az ingerlés pillanatának helye 29·1. — A rángások kezdetei:

Áram- erő	Fönt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
1000	40·7	35·2	—	—	+ 5·5
1000	—	—	34·4	?	?
900	—	—	37·3	37·3	0
800	—	—	39·1	37·8	+ 1·3
700	—	—	40·0	37·6	+ 2·4
600	—	—	37·5	38·2	— 0·7
500	—	—	38·5	38·2	+ 0·5
500	0	40·5	—	—	∞
500	—	—	39·0	40·7	— 1·7

Az alkalmazott leszorítás mellett 1000 áramerőnél az izom felső végén elhelyezett elektrodoktól kiindult ingerület még áttért a mozgékony alsó szakaszra, de 5·5 mm. késéssel és megkisebbedve; a leszálló és a fölszálló irányú árammal egyenlő áramerő mellett nyert rángások ellenben egyenlő

nagyok voltak, s kezdetők is vagy nem, vagy csak kevésbé különbözött. 500 áramerőnél a fönt kiváltott ingerület az alsó szakaszban már nem indított meg rángást, föl- és leszálló irányú áram mellett pedig a rángások egyenlő magasak voltak. — Megjegyzendő, hogy a fönt és lent történt ingerlésnél az áramot a közel egymáshoz állított elektrodárnál mindig fölszálló irányban vezetem a fogóba beszorított szakaszon át, hogy a rángások kezdete inkább legyen a távol egymástól állított elektrodok mellett fölszálló irányú áram által kiváltott rángásokkal összehasonlítható.

29. Folytatás ugyanaz izommal 18 gr. megterhelés mellett. Az ingerlés pillanatának helye 26.0. A rángások kezdetei :

Áram- erő	Fönt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
500	37.6	31.1	—	—	+ 6.5
500	—	—	31.0	31.0	0
400	—	—	31.0	31.0	0
300	—	—	32.3	32.9	— 0.6
200	—	—	33.0	34.2	— 1.2
100	—	—	35.1	36.7	— 1.6
100	0	37.1	—	—	∞
100	0	36.4	—	—	∞
100	—	—	36.5	36.5	0
100	—	—	36.4	35.7	+ 0.7
100	—	—	36.8	36.9	— 0.1

30. Folytatás ugyanaz izommal 18 gr. megterhelés mellett. Az ingerlés pillanatának helye 24.8. A rángások kezdetei :

Áram- erő	Fönt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
100	0	36.4	—	—	∞
100	—	—	36.7	36.4	+ 0.3
90	—	—	36.6	36.5	+ 0.1
80	—	—	36.4	36.8	— 0.4
70	—	—	36.8	40.5 *)	— 3.1
60	—	—	39.0 *)	0	∞
50	—	—	0	0	0
60	—	—	39.8 *)	0	∞
70	—	—	39.0	0	∞
80	—	—	36.3	42.3 *)	— 6.0
90	—	—	36.0	39.0	— 3.0
100	—	—	36.4	37.5	— 1.1

*) minimalis rángások.

31. Folytatás ugyanez izommal 17 gr. megterhelés mellett.
Az ingerlés pillanatának helye 26·0. A rángások kezdetei :

Áram- erő	Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Felsőzálló áramnál	Különbség
1000	40·4	32·7	—	—	+ 7·7
1000	40·9	31·8	—	—	+ 9·1
1000	—	—	30·7	30·5	+ 0·2
1000	—	—	30·6	31·0	— 0·4
1000	—	—	30·8	32·6	— 1·8
500	41·3*)	?	—	—	?
500	41·0*)	?	—	—	?
500	—	—	34·2	33·8	+ 0·4
500	—	—	34·3	34·4	— 0·1
500	—	—	33·1	32·3	+ 0·8

32. Adductor magnus izom (Ecker) 33 gr. megterheléssel.
Az ingerlés pillanatának helye 23·8. A rángások kezdetei :

Áram- erő	Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Felsőzálló áramnál	Különbség
1000	35·8	32·2 }	—	—	+ 3·9
1000	35·9	31·6 }			
1000	—	—	30·4	30·1	+ 0·3
900	—	—	30·0	30·0	0
800	—	—	30·0	32·2	— 2·2
700	—	—	32·4	34·4	— 2·0
600	—	—	31·7	31·8	— 0·1
600	38·5	34·9	—	—	+ 3·6
600	—	—	34·4	32·4	+ 2·0

33. Folytatás 33 gr. súlylyal. Az ingerlés pillanatának helye
24·8. A rángások kezdetei :

Áram- erő	Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Felsőzálló áramnál	Különbség
500	40·5	36·7 }	—	—	+ 4·8
500	42·1	36·2 }			
500	—	—	33·0	33·6	— 0·6
400	—	—	36·1	34·8	+ 1·3
300	—	—	36·6	36·2	+ 0·4
200	—	—	36·9	37·0	— 0·1
100	—	—	42·2*)	42·2*)	0
500	42·9*)	37·5	—	—	+ 5·4
500	?	36·0	—	—	?
500	?	37·2	—	—	?
500	—	—	36·4	36·3	+ 0·1

*) minimalis rángások.

34. Folytatás ugyanaz izommal 18 gr. megterheléssel és 400 áramerővel. Az ingerlés pillanatának helye 22·9.

Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
0	35·2	—	—	∞
—	—	32·0	31·7	+ 0·3
—	—	31·9	32·0	— 0·1
—	—	31·5	31·4	+ 0·1
—	—	31·6	33·8	— 2·2
0	30·8	—	—	∞
—	—	31·1	34·1	— 3·0
—	—	33·8	34·1	— 0·3
—	—	33·8	34·2	— 0·4
—	—	34·4	34·7	— 0·3

35. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye 23·0. A rángások kezdetei 1000 áramerővel:

Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
38·3 *)	32·4	—	—	+ 5·9
—	—	32·4	32·4	0
—	—	32·1	32·2	— 0·1
—	—	32·1	32·1	0
—	—	32·2	32·0	+ 0·2
0	32·9	—	—	∞
—	—	32·7	32·8	— 0·1
—	—	33·0	32·3	+ 0·7
—	—	32·6	32·5	+ 0·1
—	—	32·4	32·2	+ 0·2
—	—	32·0	32·0	0

B) Indítási bevezetett áram.

I. Kísérletek nem kurarázott izmokkal.

Sokszor hangoztatott vélemény az, hogy az indítási bevezetett áram hosszabb időtartama miatt inkább alkalmas elektrotonikus változatok előidézésére mint a szakítási bevezetett

*) minimalis rángás.

áram; e — mondhatni általánosan elterjedt — fölfogás vitt engem is arra, hogy kísérleteimnél a szakítási bevezetett áramot használjam ingerképen, minthogy ennél az áramvisszafejlődés hatása várhatólag jobban különbözik az áramkifejlődés hatásától, mint az indítási bevezetett áramnál, a hol az áram kifejlődése Du Bois Reymond vizsgálatai szerint egymáshoz hasonlóbb görbe szerint foly le. Gondoltam, hogy ha sikerül kimutatnom a szakítási bevezetett áramnál az áramvisszafejlődés ingerlő hatását, az eredményből további kísérletezés nélkül is következtetni lehet az indítási bevezetett áramra és a megállapított tételt erre is érvényesnek lehet tekinteni.

Mindazáltal, részint mert a *Biedermann* kísérletei bevezetett áramokkal történtek, részint mert az indítási és szakítási bevezetett áram visszasülyedési szakaszának hatása közt legalább fokbeli különbség várható volt: szükségesnek láttam vizsgálataimat még az indítási bevezetett áram alkalmazásával is kiegészíteni.

A kísérleti berendezés ugyanaz volt, mint az előbbi kísérleteknél, csak a myographiumkulcs volt az elsődleges tekercs előtt mellékútképen beiktatva a villamáram útjába, úgy hogy bezárt helyzetben elhárította az áramot a tekercstől; a mikor tehát kinyílt, akkor indult meg a villamáram az elsődleges tekercsben, kiváltva az ingerlésre fölhasználandó indítási bevezetett áramot.

Az első kísérleti sort kurarázatlan béka izmával végeztem, oly békából, melyet más kísérletek céljából $\frac{3}{4}$ órával azelőtt öltem le. — Előbbi kísérletek bizonyossága szerint ugyanis a kurara nem változtatja meg a kísérleti eredményt az izom közvetlen ingerlésekor.

1. M. rectus internus major 18 grmnyi megterheléssel. Az intrapolaris szakasz hossza 18 mm. Az ingerlés pillanatának helye 32°0. A rángások kezdetei:

Aram- erő	Leszálló irányú áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
30	0	0	0
40	48·3	0	∞
50	45·0	0	∞
60	43·8	0	∞
70	43·7	49·6	— 5·9 mm.
80	40·8	48·9	— 8·1 „
90	40·3	45·7	— 5·4 „
90	41·4	43·8	— 2·4 „
100	38·1	43·3	— 5·2 „

A különbségek középértéke — 5·4 mm.

2. Folytatás hasonló módon.

Aram- erő	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
100	39·8	48·0	— 8·2
200	39·7	40·1	— 0·4
300	39·0	39·6	— 0·6
400	39·0	39·0	0
500	36·9	36·7	+ 0·2
600	36·7	36·5	+ 0·2
700	36·8	36·2	+ 0·6
800	36·1	36·2	— 0·1
900	36·5	36·7	— 0·2
1000	36·1	35·0	+ 1·2
—	36·8	35·5	

200—900 áramerőnél a különbségek középértéke 0·1 mm.

3. Folytatás hasonló módon. Az áramerő mindig 1000.

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
35·3	43·5	—	—	7·2 mm.
37·3	43·5			
—	—	38·0	37·7	+ 0·1 mm.
		38·1	38·1	
		37·9	37·6	
		37·8	37·8	
		38·0	37·7	
		(39·0)	(0)	
		38·9	38·9	
38·0	42·3	—	—	3·7 mm.
37·9	41·0			

E kísérleti sor figyelmes áttekintése sok tekintetben nagyon tanulságos. — 30 áramerőnél még se fölszálló, se leszálló irány mellett nem váltott ki ingerületet az indítási bevezetett áram, míg a szakítási bevezetett áram a megelőző kísérleteknél a második tekercs ily állásánál már ingerlőleg hatott. — Ez rendes jelenség volna így egyszerűen tekintve; de a megelőző kísérleteknél a szakítási bevezetett áram a II. tekercs hasonló állásánál már nemcsak megindulása, de rendszeren megszűnése által is hatott, tehát kettős ingert képezett, míg itt az indítási bevezetett áram még leszálló irány mellett, — a midőn a kathod van a jelző izomféllel közvetlen érintkezésben, — tehát megindulása által sem váltott ki ingerületet. E szerint *a szakítási bevezetett áramnál a visszafejlődési szakasz is erősebb ingert képvisel, mint az indítási bevezetett áramnál a kifejlődési szakasz.*

Az áram további erősítésekor a leszálló irányú áram volt az, a mely először váltott ki rángást; hasonló áramerőnél a fölszálló irányú áram hatástalan volt. Tehát *a kifejlődés ingerlő hatása, mely a kathodnál keletkezik, az indítási bevezetett áramnál is erősebb, mint a visszafejlődés ingerlő hatása, mely az anodtól indul ki.*

A lappangási szakasz hosszát nézve leszálló irányú áramnál, az tűnik föl, hogy az áram erejének növelésekor az mindinkább rövidül. A rövidülést azonban nem lehet közvetlenül az áramerőnek tulajdonítani, — és talán abból származtatni, mintha az ingerület erősebb áramoknál rövidebb idő múlva jönne létre, — mert a myogrammok magassága is folytonosan növekedő; tehát abból kell származtatni, hogy a magasabb myogrammnál meredekebb az emelkedés és így előbb lesz észrevehetővé az izom megrövidülése.

70 áramerőnél jelen meg az első minimalis rángás fölszálló áramirány mellett. A lappangási szakasz hossza a leszálló irányú áram által kiváltott rángáshoz képest 5.9 mm.-rel hosszabb. Ez lehet részint az által föltételezve, hogy az ingerület az izom felső végén levő kathodtól indult ki, és 18 mm. hosszú utat kellett előbb megtennie a jelző szakaszig; de ez az ok magában ily nagy különbséget nem idézhet elő; hanem az izom leszorítása az alsó elektrod táján megnehezítette az inge-

rület áterjedését az alsó jelző izomszakaszra, és e miatt ugyanaz az ingerhatás csak minimalis rángást bírt kiváltani, a melynek hosszú lappangási szakasza csak látszólagos. — A tovaterjedési sebesség kiszámítása céljából csak a leszálló és a fölszálló irányú áram által kiváltott minimalis rángások lappangási szakaszának különbségét használhatjuk itt föl, a mely $= 49.6 - 48.3 = 1.3$ mm., megfelel 0.01547 mp.-nek; vagyis 1 mp. alatt 1.163 méter a tovaterjedési sebesség.

E különbség a lappangási szakaszok hosszában azt bizonyítja, hogy ilyen áramerőnél az anodtól még nem indul ki ingerület, hanem csak a kathodtól, és azért van a nagy elkésés a rángás kezdetében fölszálló irányú áramnál. Ugyanez marad azonban a viszony az áramerő további növelésekor is még egy bizonyos határig. — Az első sorozatban 100-ig fokoztam az áramerőt, és a különbség még mindig megvolt hasonló nagy fokban. A második sorozat mintegy 5 percnyi szünet után következett az első után, a mikor ugyanis a myographiumlemezt kicseréltem és a kellő följegyzéseket megtettem. Az első rángáspár közül a ↓ áramtól származó maximalis volt, a ↑ áram által kiváltott pedig minimalis; ez utóbbi ott kezdődött, a hol az előbbi ↑ áram okozta minimalis rángás; tehát mint az előbbi sorozatban 100 áramerőnél, úgy itt sem volt még anodikus ingerlés.

200 áramerőtől kezdve azonban a lappangási szakaszok különbsége föl- és leszálló ingerlő áramok mellett eltűnt. — Ezt nem lehet másból származtatni, mint hogy itt is, úgy mint az előbbi kísérleteknél, az áram visszafejlődése is ingerületet indított meg az anodnál, mint az áram kifejlődése a kathodnál, s minthogy mindkét sark fölváltva érintkezett a jelző izomféllel, a rángás egyformán elkésés nélkül következett be.

Hogy a rángás ez esetekben mindig az alsó elektrodnál megindult ingerület eredménye volt, bizonyítja a harmadik sorozat, a melyben a fönt és lent elhelyezett electrodpártól 1000 áramerő által kiváltott rángások lappangási szakaszai $7.2 - 3.7$ mm. különbséget tüntettek elő, középértékben tehát 5.4 mm.-t, épen annyit, mint a minő különbség az I. sorozatban is mutatkozik a lappangási szakaszok hossza közt, a midőn az ingerület mindig csak a kathodtól indult ki. — Ugyane 3-ik sorozatban a föl- és

leszálló irányú áramoknál ismét nem látszik különbség a rángások kezdeteiben.

Összehasonlítva az indítási bevezetett áram anodikussal ingerlő hatását a kathodikussal, úgy látszik, hogy amaz jelentékenyen visszamarad ettől, és csak akkor kezd jelenkezni, a midőn a kathodikus inger már maximalis hatást bír előidézni. — A szakítási bevezetett áramnál mást tapasztaltunk; ott nagyon csekély volt az áramerőkülönbség, a mely a kathodikus inger megjelenése után az anodikussal hatékonyvá válására elégséges volt; ugyanis 2—3-szorosa erősebb áramnál, a mikor a kathodikus hatás még submaximalis volt, csatlakozott hozzá az anodikussal hatás is. Az indítási bevezetett áramnál ellenben a kathodikus inger megjelenésekor hatott áramerőhöz képest 5—6-szorosa erősebb áramot kellett az izomra alkalmazni, hogy az áram visszafejlődése is ingerületet támaszson az anodnál. E tapasztalat elég fontos; az irodalomban ugyanis sok helyen lehet megjegyzéseket találni a bevezetett áramok elektrotonizáló hatására vonatkozólag, és az indítási bevezetett áramnak hosszabb tartama miatt általában nagyobb elektrotonizáló hatást tulajdonítanak. Ez a fölvetel azonban ellentétben van a Pflüger-féle rángási törvénnyel is, a melynek alaptétele az, hogy nem az áramerőváltozat maga hat ingerlőleg, hanem az a változat, mit az áram megindulása és megszakadása az idegben vagy az izomban előidéz; ha tehát azt tapasztaljuk, hogy bizonyos erőhatárig a szakítási bevezetett áram erősebb fokú ingerületet vált ki, tehát erősebb hatású, mint az indítási bevezetett áram: azt is el kell ismernünk, hogy ez erőhatárig a szakítási bevezetett áram nagyobb elektrotonikus változásokat hoz létre mint az indítási bevezetett áram.

Az eddig végzett kísérletek eredménye szerint tehát úgy látszik, hogy az indítási és szakítási bevezetett áramok kifejlődése és visszafejlődésének ingerlő hatása, foka szerint a következő sorrendben nyilvánul:

1. leggyengébb áramerőnél hat a szakítási bevezetett áram kifejlődése;
2. azután a szakítási bevezetett áram visszafejlődése;
3. majd az indítási bevezetett áram kifejlődése; és
4. végre az indítási bevezetett áram visszafejlődése.

Az indítási bevezetett áramra vonatkozólag azonban még több kísérlet által — és nevezetesen kurarázott izmokkal is — kell az eredmény helyes volta felől biztosítékot szerezni.

II. Kísérletek kurarázott izmokkal.

4. M. rectus internus major kurarázott békából. Az intrapolaris izomszakasz hossza 18·5 mm.; a szabadon mozgó részlet 13 mm.; 18 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 30·9. A rángások kezdetei:

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
37·1	45·0	—	—	8·7 mm.
36·3	45·8*)			
—	—	38·8	39·5	+ 0·5 mm.
		39·1	39·6	
		(38·4)	?	
		39·6	39·9	
36·5	0	—	—	∞
36·5	0			
36·6	0			

A ↓ és a ↑ áram által kiváltott rángások egyenlő erők.

5. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye 32·3. A rángási görbék kezdetei:

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
38·1	50·6	—	—	12·0 mm.
38·7	50·3*)			
—	—	38·7	39·3	0·4 mm.
		39·3	39·5	
		?	(41·5)	
		41·2	41·4	
		41·7	42·0	
40·6	46·5*)	41·9	42·5	5·9 mm.
		—	—	

A ↑ és ↓ áramok által kiváltott rángások egyenlő nagyok.

*) minimalis rángások.

6. Egy másik *m. rectus internus major* az előbbivel egyenlő beállítás mellett. Az ingerlés pillanatának helye 32·1. Az első rángáspárt az izom középészének kisebb fokú leszorítása mellett írtam föl, de látva, hogy a felső végtől kiindult ingerület áttérjed az alsó szakaszra, a leszorítást addig fokoztam, a míg a fönt megindult ingerület után mutatkozott rángás elenyésző csekély lett.

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
37·8	39·0	—	—	2·1 mm.
41·0	0	—	—	∞
?	0			
—	—	43·1	43·0	0
		44·2	43·1	
		43·2	43·4	
		44·2	44·5	
		43·8	44·6	
42·5	0	—	—	∞
41·2	0			

7. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye 29·7. A rángások kezdetei:

Lent ingerelve	Fönt ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
45·0	0	—	—	∞
40·3	0			
—	—	41·1	40·7	+ 0·3 mm.
		41·9	42·8	
		40·8	40·5	
		41·8	41·8	
		41·2	42·4	
40·2	0	—	—	∞
41·7	0			

8. *M. rectus internus* 18 gr.-nyi megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 33·0. A rángások kezdetei:

Áram- erő	Lent ingerelve	Főnt ingerelve	Leszálló áramnál	Főlszálló áramnál	Különbség
100	44·6	0	—	—	∞
600	38·5	0			
600	38·8	0			
100	—	—	0	0	
200	—	—	46·5	47·8	+ 1·3 mm.
300	—	—	41·4	48·1	+ 6·7 "
400	—	—	41·5	41·7	0
500	—	—	41·0	40·8	
600	—	—	38·7	38·6	

200—300 áramerőnél a \uparrow és \downarrow áramok által kiváltott rángások nagysága közt nagy a különbség, ez az oka a lappangási szakaszok látszólagos nagy különbségének, mert az izom felső végétől kiindult ingerület az alsó szakaszra nem terjedt át.

9. M. rectus internus 18 gr. súlylyal megterhelve. Az ingerlés pillanatának helye 30·5. A rángások kezdetei:

Áram- erő	Leszálló áramnál	Főlszálló áramnál	Különbség
40	0	0	0
50	49·3	0	∞
60	44·0	0	∞
70	41·4	41·8	+ 0·4
80	44·4	42·4	— 2·0
90	42·1	41·9	— 0·2
100	42·2	43·5	+ 1·3
200	42·5	44·6	+ 2·1
300	40·2	41·7	+ 2·5
300	39·5	43·1	
	Lent ingerelve	Főnt ingerelve	
300	40·1	0	∞

10. Folytatás. Az ingerlés pillanatának helye 32·2. A rángási görbék kezdetei:

Aram- erő	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
100	46·1	0	∞
200	44·6	61·7*)	—
300	43·2	60·0*)	—
400	43·2	46·0	+ 2·8 mm.
500	43·1	43·2	+ 0·1 "
600	43·0	43·3	+ 0·3 "
700	46·4	45·8	— 0·6 "
800	43·8	43·3	— 0·5 "
900	44·6	43·8	— 0·8 "
1000	44·6	45·0	+ 0·4 "

11. Két sartorius izom együtt. 18 gr. súlyal megterhelve, középen erősen leszorítva. Az ingerlés pillanatának helye 25·4. A rángások kezdetei:

Aram- erő	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
1000	33·9	34·0	— 0·1
900	35·3	36·8	— 1·5
800	36·4	36·8	— 0·4
700	36·3	37·3	— 1·0
600	36·1	36·8	— 0·7
500	36·0	37·1	— 1·1
400	36·4	40·0*)	— 3·6
300	37·7	40·8*)	— 3·1
200	39·1*)	0	∞
100	0	0	0

A fölszálló irányú áram ingere által kiváltott rángások mind kisebbek, innen ered a lappangási idő látszólagos nagyobb volta.

12. Folytatás 1000 áramerővel. Az ingerlés pillanatának helye 25·0. A rángások kezdetei:

*) minimalis rángások.

Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
0	40·6	—	—	∞
0	38·5			
—	—	39·7	40·1	— 0·4 mm.
		40·3	40·6	— 0·3 „
		39·7	39·5	+ 0·2 „
		39·2	38·3	+ 0·9 „
		38·5	40·1 *)	— 1·6 „

E kísérletnél és a következőknél a *főnt* és *lent*, illetőleg a leszorítás helyén és az izom felső végén való ingerlésre azt a berendezést alkalmaztam, a melyet a szakítási bevezetett áramnál is a 19-ik kísérlettől kezdve használtam; u. i. az elektrodok a fogó egyik lapjában egymástól 2 mm. távolságban az izom egyik oldalán állottak, míg az előbbi kísérleteknél az izom két oldalán egymással szemközt voltak elhelyezve.

13. M. adductor magnus 18 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 27·2. A rángások kezdetei :

Áram- erő	Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
1000	39·1	34·8	—	—	+ 4· mm
500	0	37·6	—	—	∞
1000	—	—	32·8	32·8	0
900	—	—	33·2	32·6	+ 0·6 mm.
800	—	—	34·5	34·6	— 0·1 „
700	—	—	36·5	36·0	+ 0·5 „
600	—	—	36·4	36·2	+ 0·2 „
500	—	—	37·3	36·0	+ 1·3 „
400	—	—	37·5	37·4	+ 0·1 „
300	—	—	38·0	37·7	+ 0·3 „
200	—	—	42·0	42·5	— 0·5 „
100	—	—	0	0	0

E kísérleteknél még az ingerképen ható leggyengébb áramerőnél is egyenlőnek mutatkozott az anodikus ingerlő hatás a kathodikus hatással.

*) minimalis rángás.

14. Folytatás 18. gr. megterheléssel; 500 áramerő szolgál az ingerlésre. Az ingerlés pillanatának helye 23·4. A rángások kezdetei:

Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
0	32·5	—	—	∞
		33·3	32·5	+ 0·8 mm.
		32·0	32·3	— 0·3 "
—	—	31·9	31·9	0
		34·5	35·4	— 0·9 "
0	35·7	—	—	∞
		32·8	33·0	— 0·2 "
		35·4	36·1	— 0·7 "
—	—	32·9	33·1	— 0·2 "
		34·7	35·0	— 0·3 "

15. Folytatás 1000 áramerővel. Az ingerlés pillanatának helye 22·3. A rángások kezdetei:

Főnt ingerelve	Lent ingerelve	Leszálló áramnál	Fölszálló áramnál	Különbség
0	31·2	—	—	∞
		28·0	32·0	— 4·0 mm.
		32·1	32·0	+ 0·1 "
—	—	32·2	32·3	+ 0·1 "
		33·5	33·5	0
0	36·3	—	—	∞
		32·9	36·7	— 3·9 "
		36·7	34·2	+ 2·5 "
—	—	34·8	34·3	+ 0·5 "
		33·9	34·2	— 0·3 "
		34·3	34·9	— 0·6 "

Ez utóbbi kísérleteknél fölhasznált békák nyilván a kura-
rázás miatt észrevehetőleg csekélyebb ingerlékenységet mutat-
tak, úgy hogy kénytelen voltam erősebb áramot alkalmazni az
elsődleges tekercs útjába, hogy az áramerő változtatása széle-

sebb határok közt legyen eszközölhető. — E körülmény okozhatta azt, hogy az anodikus és a kathodikus hatás viszonylagos ereje nem olyannak mutatkozott, mint szintén az indítási bevezetett árammal az első kísérleti sornál nyert eredményeknél (1. 2.), u. i. az anodikus és a kathodikus ingerlő hatás egymástól kevésbé különbözött. — Ez talán arra enged következtetni, hogy erősebb áramoknál valamint az áram kifejlődése és visszafejlődése közt, úgy az indítási és a szakítási bevezetett áramok elektrotonizáló hatása közt is csekélyebb a különbség, mint gyengébb áramoknál; ennél fogva ha az izom csökkent ingerlékenysége miatt még erősebb áram is csak minimalis ingerületet bír kiváltani, a kathodikus és az anodikus hatás is hasonlóbb egymáshoz; általánosságban pedig csak az mondható, hogy az anodikus ingerlő hatás gyöngébb mint a kathodikus ingerlő hatás.

Máskülönben az első kísérleti sorból levezetett következtetéseket a további kísérletek teljesen igazolták.

Kísérleti eredmények.

Összefoglalva a kísérletek eredményeit, kellően megállapíthatónak látom a következő tételeket:

1. Az idegingerlésre és állandó villamáramra vonatkozólag Pflüger által megállapított rángási törvénynek — a melynek érvényességét az izom közvetlen ingerlésekor állandó áram által Bezold kimutatta — 1-ső és 2-ik fokozata a bevezetett áramra is érvényes. E szerint:

a) gyenge bevezetett áramnál, — vagy az izom ingerlékenységének csökkenésekor aránylag erősebb áramoknál is, — csak a kathodtól indult ki ingerület;

b) erősebb bevezetett áramoknál az ingerlés kettős; úgy a kathodtól mint az anodtól ingerület indul ki, és ha az izom ingerlékenyebb, már aránylag gyöngébb áramok is kettős ingerképen hatnak.

2. A szakítási bevezetett áramnak mind kathodikus mind anodikus ingerlő hatása nagyobb, mint az indítási bevezetett áram megfelelő szakáié; sőt a szakítási bevezetett áramnak még

anodikus hatása is nagyobb, mint az indítási bevezetett áram
kathodikus ingerlő hatása.

* * *

A 2-ik táblán az *A*) szakasz 11. 12. 24. 25. és 32-ik,
továbbá a *B*) szakasz 6. és 13-ik kísérleténél a lemerés tárgyául
szolgált myogrammok másolatai láthatók. A metszés photogra-
phiai másolat után készült.

III.

Az ingerület látszólagos lappangási időszakasza az izom közvetlen ingerlésekor.

Már *Helmholtz*¹⁾ fölismerte az első kísérletek alkalmával, a melyeket a *Pouillet*-féle módszer segítségével az izom összehúzódására vonatkozólag véghezvitt, hogy a rángás látszólag nem kezdődik meg rögtön az ingerlés pillanatában, hanem csak egy bizonyos megmérhető idő múlva; ez időt, a mely az ingerlés pillanata és a rángás kezdete közt lefoly, elnevezte az *ingerület lappangási szakának*.

A myographikus eljárás akkor még nem volt oly tökéletes, hogy e lappangási időszakasz jelenlétét föltüntette és értékét meghatározni engedte volna; később azonban graphikus úton is sikerült föltüntetni a lappangási időszakaszt; s ekkor behatóbban lehetett tanulmányozni ama körülményeket is, a melyektől a lappangási időszakasz hossza függeni látszott, és a melyektől egyáltalában létele föltételezve volt.

A myographikus vizsgálatok terén úttörő dolgozatában már *Helmholtz* fölemlítette azt a tapasztalatát, hogy a lappangási időszakasz nem állandó értékű, hanem a kisebb vagy nagyobb megterhelés, — az ingerlő behatás erejének különböző volta, — az ingerlékenységi állapot — és a kifáradás vagy elhalás különböző foka szerint változó. E megváltoztató tényezőkhez járul még a *Bernstein*²⁾ tapasztalatai szerint a hőmérsék különböző volta, a mely azonban lényeges változást inkább csak

¹⁾ Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1850. 308.

²⁾ Untersuch. üb. d. Erregungsvorgang im Nerven- u. Muskelsysteme. Heidelberg 1871. 87. l.

az összehúzódás tartamára vonatkozólag idézne elő; és *Biedermann*¹⁾ vizsgálatai szerint állandó villamárammal ingerelt egyenlőtlen vastag izomnál az áram iránya az izomban; mert a vékonyabb izomvégén az áram tömörebb lévén, erősebben hat, mint a vastagabb végén. — Ez utóbbi körülmény hatása a magyarázat szerint tulajdonképen az ingerhatás erejének különbözőségét tárgyazó fejezet keretébe tartozik. — Hasonlóképen az ingerhatás erejének vagy erőváltozatának különbözőségére vezethető vissza az ingerületet létrehozó külső behatás különböző voltából eredő változás is; a mérgek hatása pedig úgy látszik, az ingerlékenységet változtatja meg.

A széles körben megejtett myographikus vizsgálatok eredményeiből következtetve, háromféle vélemény nyilvánult ama jelenség magyarázására, hogy miért késik el a rángás kezdete az ingerhatás pillanatától.

Az első véleményt *Helmholtz*²⁾ nyilvánította. E szerint a lappangási szakasz az által volna föltételezve, hogy az ingerlés után egy bizonyos idő múlik el, mielőtt az erélykifejlődés az izomban egyáltalában megindúlna: «wenn keine Ueberlastung aufgelegt war, ergibt sich nämlich, dass erst eine Zeit nach der Reizung vergeht, ehe die Energie des Muskels überhaupt zu steigen anfängt.» Az ingerület beálltanak elkésése az ingerhatás pillanatától, — a melyet bizonyos, az izomban meglevő, de ismeretlen tényezők okoznának, — oly általánosan el van ismerve, hogy abban még azok sem kételkednek, a kik később tett tapasztalatok szerint más tényezők befolyását is fölismerték.

A második véleményt *Gad*³⁾ fejtette ki. Szerinte az összehúzódó izom a végével összekapcsolt jelző emeltyűt, és az esetleges terhelő súlyt, tömegök tehetetlenségénél fogva nem bírja rögtön kimozdítani, hanem csak egy bizonyos idő múlva, és ez alatt az izom még össze nem húzódott részei kinyúlnak: «Der belastete Muskel übt, so lange er bei der Contraction der Last eine Beschleunigung nach oben ertheilt, einen stärkeren Zug auf seinen Aufhängepunkt aus als in der Ruhe. Die noch nicht

¹⁾ Wiener akad. Sitzungsberichte 79. Bd. III. Abth. 289. 1.

²⁾ Idézett hely.

³⁾ Du Bois Reymond's Archiv de Physiol. 1879. Suppl. Bd. 268.

in Contraction begriffenen Theile des Muskels (auch Sehnen) erleiden aus diesem Grunde eine merkliche Dehnung.»

Egy harmadik vélemény szerint — tekintet nélkül az izom rugalmasságából származó megnyúlásra, — az az erélymennység, a mit egy, vagy kevés elemi izomréteg összehúzódása kifejt, nem elégséges a jelző emeltyű kimozdítására, hanem ahhoz sok réteg erélyének összehalmozódása szükséges. Kísérletileg e véleményt *Tigerstedt*¹⁾ igazolta, s szavakban így fejezi ki: «immer müssen ausserordentlich viele Muskelemente thätig sein, bevor eine äusserlich sichtbare mechanische Wirkung auftritt.»

E két utóbbi véleményben foglalt körülmények, mint az izom összehúzódásának lefolyását módosító tényezők, oly kapcsolatos viszonyban, a mint azok egymáshoz állanak, és a melyből azokat különválasztani és egyenként tárgyalni nem is lehet, — miután egyik a másikat föltételezi, — föl voltak már előbb tüntetve *Jendrassik*²⁾ tanár úrnak az izomrángást elemző munkájában, a hol abból az alkalomból, hogy míg az izomrángási görbénél az emelkedés tényleges értékei, és a megállapított egyenletek szerint kiszámítás útján nyert értékek a görbe kifejlődési szakaszának legnagyobb részében egymással igen jól összeegyezők voltak, addig ugyancsak a görbe kezdeti szakaszában egymástól jelentékenyebben különböztek: tárgyalás alá vétettek ama tényezők, a melyek miatt az izom rángásközben való megrövidülésének időbeli lefolyása részben másképen nyilvánulhat, mint a hogy ama tényezők nélkül a hullámmélet követelése szerint nyilvánúlnia kellene. E fejtegetések szerint az izom feszülése, mit a reá akasztott súly okoz, növekszik, mihelyt az összehúzódási folyamat az izomban megindul; a növekedett feszülés miatt az izom kinyúlik, és a rángás kezdete csak később lesz láthatóvá, akkor t. i. a mikor a tovább kifejlődött összehúzódási hullám okozta megrövidülést az elszenvedett kinyújtás már nem ellensúlyozhatja. «Nun erleidet aber der dehnbare Muskel, sobald die Contractionswelle sich einstellt, eine Dehnung, weil zu der durch die gesammte Last

¹⁾ Du Bois Reymond's Archiv 1885. Suppl. Bd. 204. 1.

²⁾ Reichert's u. Du Bois Reymond's Archiv 1874. 595—596.

bedingten Spannung nun auch noch jene Spannung hinzutritt, welche durch die Contraction des bereits von der Zuckungswelle ergriffenen Abschnittes bedingt ist; in Folge dieser beiden nach entgegengesetzten Richtungen hinwirkenden Spannungen muss also die, von der Welle noch nicht ergriffene Muskelstrecke eine Dehnung erleiden. . . . es ist leicht einzusehen, dass die Dehnung des Muskels anfangs seine Hubhöhe nicht nur vermindern, sondern so lange auch gänzlich wird unterdrücken können, als nicht in Folge der noch weiter entwickelten Contractionswelle, die Hubfähigkeit des Muskels so stark angewachsen ist, dass die erlittene Dehnung nicht mehr genügt, die auf der Strecke der bereits anwesenden Contractionswelle stattfindende Verkürzung auszugleichen. So kann also in der Wirklichkeit die Zuckungcurve erst später, als die Contractionswelle im Muskel sich eingestellt hat, ihren Anfang nehmen.»

A fől sorolt három vélemény közül csak a második találkozott ellenmondással. *Mendelssohn**) az izom rugalmasságának befolyását a lappangási időszakra, illetőleg a rángás kezdetének az izom kinyúlásából eredő elkéssett megjelenését tagadja; ez ellenmondásnak különösebb jelentőséget az kölcsönöz, hogy az alapúl szolgáló kísérletek a Marey laboratoriumában történtek.

Az izom rugalmasságából származó elkésésnek befolyása a lappangási időszakasz hosszára előttem teljesen kétségtelennek látszott; a kérdést ennél fogva tanulmányom tárgyává tettem és oly kísérleti eljárást igyekeztem találni, a mely által ama befolyás megállapítható legyen. Megfelelő alkalmas eljárást találtam is, és remélem, hogy kísérleteim eredménye a lappangási szakasz oki tényezőinek megállapításához nem értéktelen adat.

Mielőtt azonban saját kísérleteimre áttérnék, az izom rugalmasságának befolyásáról mondottakat veszem bírálat alá.

*) Physiologie expérimentale. Travaux du laboratoire de M. Marey.

A rugalmas test erélyközvetítéséből származó elkésés. — Gad kísérlete.

*Gad**) szerint «ha egy elég hosszú kautsukzsinórt, a melynek végén súly csüng, kézbe fogunk, s kezünket hirtelen fölfelé mozdítjuk, a kautsukzsinór előbb kinyúlik, és határozottan megfigyelhető idő múl el, míg a súly észrevehető mozgásba jön.»

Mendelssohn tagadja a közbevetett rugalmas test előzetes kinyúlását, a mint a következő idézetből kitűnik: «*M. Gad* . . . interprêt l'allongement préalable du muscle excité, en comparant ce muscle à un fil élastique, auquel est suspendu un poids et qui, au moment de soulever ce poids, s'allonge avant de se reccourir. — J'ai cherché à vérifier l'existence de ce phénomène à l'aide de la methode graphique, comme étant le plus sûre. — Un poids suspendu par un fil élastique tenu à la main parfaitement immobilisée, reposait sur ou tambour à levier, que transmettait le mouvement de ce poids à l'aide d'un tube de caoutchouc à un autre tambour à levier inscrivant les mouvements sur un cylindre animé d'une rotation lente. A un certain moment de la rotation du cylindre, je soulevais le poids et alors le levier inscripteur s'élevait au dessus de l'abscisse et traçait une ligne perpendiculaire à celle-ci. Or jamais je n'observais, que cette ligne expriment le mouvement du fil élastique au moment du soulèvement du poids descendit, avant de s'élever. — En répétant cette expérience un grand nombre de fois, je suis arrivé à conclure, que le fil élastique, au moment de soulèvement du poids, ne s'allonge pas préalablement, mais se raccourcit dès le début.»

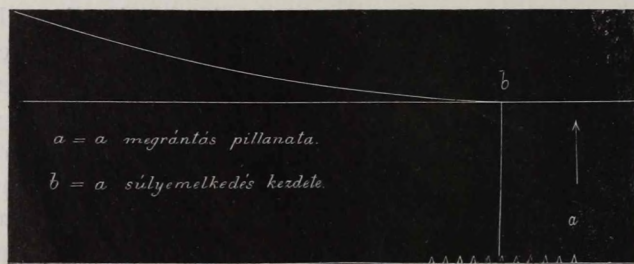
Mendelssohn kísérlete egyáltalában nem volt alkalmas arra, hogy a közbeiktatott rugalmas test előzetes kinyúlását és a súly visszamaradását kimutassa. — Tekintetbe véve, hogy a rugalmas zsinór végén függő teher alább súlyedése a fölfelé rántás hatása következtében és így a kimozdulás pillanatában nem is volt várható, a zsinór előzetes megnyúlása csak a súly emelkedésének a kézmozdulat pillanatától való elkésésében nyilvánulhatott; de *Mendelssohn* a súly emelkedését lassú forgással

*) Id. h. 266. l.

mozgó cylinderre íratta föl, és nem jegyezvén meg a rugalmas zsinór fölfelé való megrántásának pillanatát, nem győződhetett meg a súlyemelkedés elkéséséről.

Miután kielégítő módon végzett oly kísérletről, a mely a rugalmas test közvetítése útján létrehozott mechanikai hatás elkésését az erélykifejlődés megindulásától meggyőző módon föltüntetné, tudomásom nincs, és a *Gad* által követett mód szerint egyszerűen a szemmel való megfigyelés a súly visszamaradását kétséget kizárólag nem bizonyítja, mert a rugalmas zsinór megnyúlhatna akkor is, ha a súly emelkedése a kézmozdulat pillanatában ugyan, de csekélyebb sebességgel kezdődne: indítva vagyok e helyen egy tájékoztató kísérlet*) közlésére, a mely a súly visszamaradását föltűnően mutatja.

A jelzés a következő módon történt: Egy tekercsrúgó végén fölfüggesztett és oldalingások ellen biztosított súly jelző



2. ábra.

emeltyűvel ellátva a gyors forgású kymographium-cylinder mellett áll mozdulatlanúl, és egy egyenes metszéki tengelyt von

*) E kísérlet egyszersmind előkísérletképen szolgált ama tanulmányokhoz, a melyeket a *Jendrassik* tanár úr vizsgálatai indítottak meg, a ki a rugalmas és nem rugalmas testek közt ható erélyviszonyok fejtegetése közben az itt szóban levő tárgyat is részletesen elemezte és megállapította, hogy minden esetben, a mikor valamely test egy rugalmas test közvetítésével ad át erélyt egy más testnek, ez utóbbi test mozgása elkéssetten jelentkezik.

Jendrassik tanár úr beleegyezésével előre közölhetem ama tényezőket, a melyek az elkésés idejére befolyással vannak; ezek: a súly nagysága, az erély-áttételt eszközölő test rugalmassága, és a mozgást keltő erélykifejlődés gyorsasága.

meg rajta; hirtelen megrántom a rúgó felső végét, és a megrántás pillanatát jelzi a Deprèz-féle chronograph, melynek árama útjában egy százlengésű hangvilla van közbeiktatva; így kényelmesen meglátható a súlyemelkedés elkésése, és leolvasható az elkésés időértéke. A mellékelt rajz szerint a közlött esetben az elkésés 0.055 mp.-nek felelt meg.

A megterhelt izom rángása előtt a kezdeti kinyúlást *Gad**) kísérletileg is kimutatta a következő módon: A fölfüggesztett és mintegy 50 gr. súlylyal megterhelt izom közepén egy könnyű nádemelyű volt átszúrva, melynek jelző vége a Du Bois Reymond-féle rúgós myographium lemezét érintette; az átszúrás helye alatt az izom alsó végén történt az ingerlés szakítási bevezetett árammal, és az eredmény kivétel nélkül az volt, hogy a jelző emelyű fölemelkedését annak sülyedése előzte meg, és e sülyedés az izom kezdeti megnyúlását bizonyította.

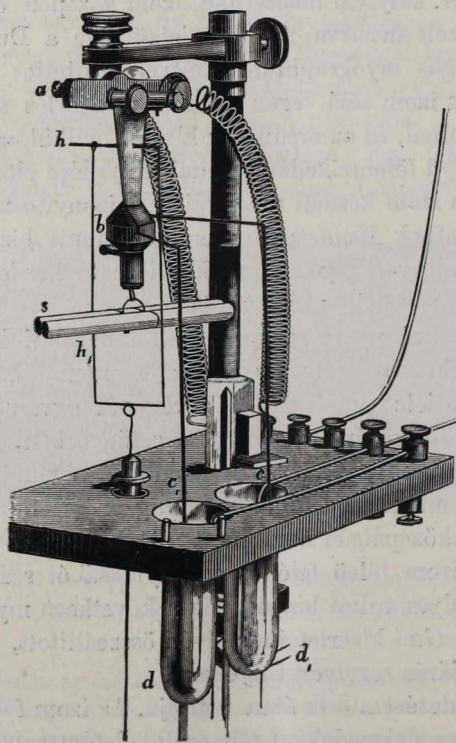
E kísérletnek *Mendelssohn* nem tulajdonít bizonyító erőt, és a *Gad* által nyert myogrammokon látható kezdeti sülyedést a jelzés hibás voltából származtatja.

A *Gad* által nyert myogramm mindazáltal hű képe az izomban végbemenő folyamatoknak, és nem hibás jelzésből ered. — Ha a jelző emelyű a felső végénél fogva szilárdan fölfüggesztett izom középrészével áll összefüggésben, és az ingerület, illetőleg a megrövidülés az izom alsó végénél indul meg: a jelző nem emelkedhet mindaddig, míg az összehúzódnási folyamat az izom közepéig el nem jutott, és ha sülyedt, az csak a nyújtékony izom fölső felének megnyúlásából származhatott. E fölfogás helyes voltát bizonyítják a következő myogrammok, a melyeket a *Gad* kísérleteinek elvén összeállított, de más berendezésű eljárás segélyével nyertem.

A berendezést a 3-ik ábra mutatja. Az izom fölső vége szilárdan álló, és elektrodokkal fölszerelt elefántcsont-fogóba (*a*) volt befogva; alsó végén a *Jendrassik* tanár úr által a m. adductor magnus alsó csontos vége számára szerkesztett, és a súly (*s*) számára horoggal, valamint szintén elektrodokkal fölszerelt csipő (*b*). Ez alsó elektrodpártól a huzalvezeték (*a*) a *Jendrassik*-féle esőmyographium izomtartójának asztalában elhelyezett

*) Id. h. 255. l.

higanynyal telt üvegesövekbe (d) nyúlt be, s ezektől tovább haladt a villamos vezeték folytatása egy kereszt nélküli commutator felé a szánkakészülék másodlagos tekercséhez; a commutator segítségével az izom ingerlése fölváltva a felső és az alsó végnél volt eszközölhető. Az izom közepén átszúrtam egy négyszögletbe hajlított és alul gyűrűvel ellátott huzal (h) felső karját; e huzal szolgált a mozgás áttételére az izom és a myographium jelző emeltyűje közt.



3. ábra.

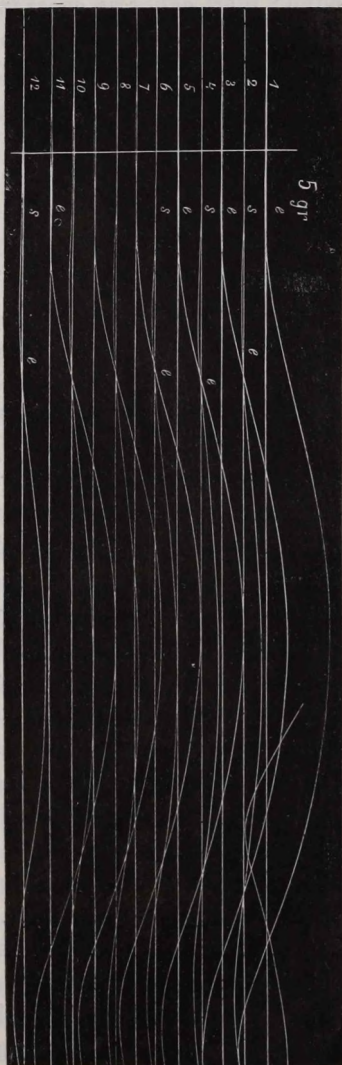
A 4-ik ábrán közölt myogrammsoron látható, hogy a szerint, a mint az izomvég ingerlése lent (2., 4., 6., 8., 10., 12.) vagy fönt (1., 3., 5., 7., 9., 11.) történt, az (e) emelkedést fölváltva (s) süllyedés előzi meg, vagy előre ment süllyedés nélkül kezdődik az emelkedés.

A myogrammok ily összehasonlítása kétségtávolúvá teszi,

hogy a sülyedés nem a jelzés hibájának tulajdonítandó, hanem az izom megnyúlásából származik. A megnyújtás azonban, bár sülyedésben nem nyilvánul, ha az ingerület az izom felső végénél indul ki, mégis mint a rúgó példája mutatja, ekkor sem maradhat el; csak hogy ez esetben a megnyújtás egyszerűen úgy nyer kifejezést, hogy az emeltyű mozgása elkészik az izomösszehúzódás kezdetétől, vagyis az izom még ingerületbe nem jött részének kinyúlása megelőzi az izom végével összekapcsolt jelzőemeltyűnek a megmozdulását.

Az ingerlés helyének befolyása a lappangási időszakaszra.

Az izom rugalmasságának befolyásáról meggyőződve a lappangási időszakasz meghatározásánál egy oly figyelmen kívül nem hagyható körülmény tanulmányozásának szüksége merült föl előttem, a mely az előbb felsorolt és általános elismert megváltoztató körülmények sorából hiányzik; nevezetesen megterhelt izomnál az *ingerlés helyére* a vizsgálok eddig általában figyelmet nem fordítottak, s myographikus vizsgálatoknál az elektrodok elhelyezése többnyire csak kényelmi kérdés volt.



4. ábra.

Az izom megnyúlásának késleltető hatását lehetőleg kiküldendő, legelőnyösebb volna olyan berendezés alkalmazása, a melynél az ingerület az egész izom hosszában egyszerre támadna; mert ekkor az egész izomnak kezdettől fogva tévőleges szerepe lenne; de ez el nem érhető, mert akár állandó, akár bevezetett áramot alkalmazunk ingerképen, az ingerület a sarkoktól indul meg, a különbség csak az, hogy állandó áramnál indításkor és szakításkor csak az egyik sarktól, ellenben elég erős bevezetett áramnál, — a mint egy másik értekezésemben¹⁾ bebizonyítottam gondolom — mindkét sarktól, s a rövid tartamú bevezetett áram kifejlődésének és megszűnésének katódikus illetőleg anodikus ingerlő hatása úgyszólván egyidejű.

Ha a rövidülési hullám az izomban csak egy helyről indul meg, akkor az izomnak még ingerületbe nem jutott részei csak mint egyszerű passiv, rugalmas testek szerepelnek; ilyenkor már különbséget okoz a hely is, a honnan az ingerület kiindul. Ha az izom felső végétől indul ki az ingerület, akkor az alsó véggel összefüggő súly nem fog rögtön emelkedni, mert a súly és az ingerületbe jutott izomrész közt fekvő s még nyugalomban levő izomszakasz feszülése csak helybentartani bírja a súlyt; hogy ezt gyorsan emelni is képes legyen, feszélyének előbb növekednie kell, és ezt csak kinyújtás által éri el. Az ingerület megindulásakor nyilvánuló első mechanikai hatás tehát a közbeeső izomszakasz kinyújtása és megfeszítése lesz s csak úgy követi ezt a fölfüggesztett súly emelkedése. Ha az ingerület az izomnak csak egy helyéről indul ki, legrövidebb akkor lehet a lappangási időszak, ha az ingerület az izom alsó végénél támad, mert ekkor az összehúzódó izomrészlet közvetlenül hat a terhelő súlyra, és várható volt, hogy az ingerlés helye szerint a lappangási időszak hosszában különbséget fog lehetni találni; a föltevést a kísérlet igazolta is.

Föl kell említenem itt még a *Bezold* és a *Tigerstedt* vizsgálatait, a melyek berendezése megengedi, sőt igényli, hogy az eredményeket tekintetbe vegyük.

*Bezold*²⁾ az izom két végén elhelyezve az ingerlő áramot

¹⁾ Az ingerület kiindulási helyének megállapítása sat. Ugyane füzetben.

²⁾ Unters. üb. d. electr. Erregung. Leipzig 1861. 199—201.

vezető elektrodokat, azt vette vizsgálat alá, hogy milyen különbség mutatkozik a lappangási idő hosszát illetőleg állandó és bevezetett áram alkalmazásakor. Kísérleteinek eredménye összevontan a következő:

A kísérlet száma	Az ingerlő áram ereje	A lappangási szakasz hossza milliméterben		
		bevezetett áram	↑ irányú áram	↓ irányú áram
I.	1 Grove + 200 cm. húzal Rh.	9 mm.	28 mm.	> 24 mm.
II.	1 Grove + 400 cm. Rh.	10 "	19 "	< 22 "
III.	2 Grove + 400 cm. Rh.	11.5 "	23 "	= 23 "
IV.	2 Grove	11.5 "	18.5 "	> 15.5 "
V.	3 Grove	11.5 "	14.5 "	< 15.0 "
VI.	12 Grove	11.5 "	11.5 "	= 11.5 "

E kísérletekből az ingerhatás helyének befolyására semmit sem lehet következtetni. Hogy az eredmény ily szabálytalannak mutatkozott, abban talán nagy része van a lemérés nehézségének.

Biedermann vizsgálatai e kérdés földerítésére nem idézhetők, mert az ő kísérleti eljárása (Hering «Doppelmयोगraphium»-ával) és a kísérleti eredmények más magyarázatot, mint a melyet ő adott, nem is engednek.

Biedermann *) ide vonatkozó kísérletei a leírás szerint oly meggyőzők, hogy semmi kétség sem fér a következtetés helyes voltához. Leírja u. i., hogy a rángások mindig előbb kezdődtek az izom vékonyabb felében; és ha præparálás közben a szomszéd izmokból részletek maradtak a vékonyabb félen, a mi által az áram tömörségének különbsége kiegyenlődött, a különben mutatózó időkülönbség a rángás megjelenésében elmaradt.

Ellenkezőt tapasztalt azonban már előbb *Aeby*, majd *Tiengerstedt*, és ellenkezőt bizonyítanak saját kísérleteim is; sőt az ellenkezőt lehetne várni már elméleti következtetés útján is; mert az izom vastagabb végén az inger több izomrostot ér, mint a vékonyabb végén, és e miatt a myogramm fölszálló szakának — különösen kezdeti részének meredeksége nagyobb lesz, mint ha a vékonyabb végnél levő kevesebb izomrostot valamivel

*) Id. h.

erősebb inger is éri; mert ez utóbbi esetben az egész myogramm magassága ugyan emelkedik talán, de nem változik lényegesen az emelkedés kezdeti része, míg a nagyobb számú izomrost egyidejű összehúzódása éppen a kezdeti szakasz gyorsabb emelkedését vonhatja maga után.

Biedermann kísérleteit ennél fogva itt csak azért emlitem föl, mert *Tigerstedt* a saját kísérletei eredményeinek magyarázásánál *Biedermann*hoz csatlakozik, bár tőle egészen különböző kísérleti berendezést használva, ellenkező eredményeket nyert.

*Tigerstedt**) úgy mint *Bezold*, függő helyzetben erősítette meg az izmot felső végénél fogva, s az elektrodokat az izom két végén alkalmazta. Kísérleteinek eredményét tökéletesen egyezőknek (?) találja a *Bezold* és a *Biedermann* eredményeivel. — *Tigerstedt* eredményei összevontan a következők:

Kísérlet	A lappangási idő középértéke	
	↑ irányú áram indításakor	↓ áram indításakor
85	0·0084 mp.	< 0·0091 mp.
91	0·0083 „	< 0·0085 „
93	0·0091 „	= 0·0091 „
94	0·0084 „	< 0·0091 „
95	0·0132 „	< 0·0144 „
102	0·1012 „	> 0·0180 „
104	0·0090 „	< 0·0134 „
105	0·0518 „	> 0·0142 „

Miután *Tigerstedt* kísérleteit a gastrocnemius izommal végezte, a hol a két izomvég vastagsága közt igen nagy a különbség: nagyon föltűnő, hogy a *Biedermann* magyarázatával teljesen ellenkező módon az indítási rángás lappangási ideje legnagyobb részben fölszálló áramnál rövidebb, a mikor az ingerület a felső vastagabb izomvégnél támadt, a hol pedig — éppen az izomvég vastagabb volta miatt — az áram tömörsége kisebb volt.

Én kísérleteimet a már előbb jelzett esőmyographiummal tettem.

Általában a myographikus görbét nem tartják ugyan alkal-

*) Id. h. 188—204. 1.

masnak a lappangási időszakasz hosszának meghatározására a le-
 mérés nehézsége miatt; azonban minden attól függ, hogy
 milyen a myogramm, és milyen a lemerő eljárás. — Az eső-
 myographiummal írott görbéken mikroszkop alatt oly pontos le-
 mérést lehet eszközölni, — a mint egy-egy görbének többször
 egymásután való lemerése által meggyőződtem, — hogy az fe-
 lülmúlja úgy a *Pouillet*-féle eljárást, mint a *Tigerstedt* által
 használt hasonló beállítási módszert; mert mindkettőnél a
 villamáram zárása csak az izom túlterhelése mellett lehetsé-
 ges; és legyen a túlterhelés bármi csekély, szükségképen meg-
 fogja hosszabbítani a lappangási időszakaszt.

A myographikus görbék lemeréséből nyert eredményt csak
 akkor lehet kifogásolni és más eljárások mögé helyezni, ha a
 lemerések hosszabb lappangási időszakaszt bizonyítanak, mint
 ama más eljárások: de ha ily lemerések által az bizonyítható
 be, — a mint a bemutatandó kísérleti eredményből ki fog
 tűnni, — hogy a lappangási időszakasz rövidebb, mint a minő-
 nek más eljárások egyáltalában föltüntettek: akkor nyilván azt
 kell állítanunk, hogy e kisebb érték közelebb áll a valósághoz,
 mert a görbék lemerésének nehézsége miatt a lappangási sza-
 kasz csak hosszabbnak látszhatik a valóságosnál, rövidebbnek
 nem; sőt biztosan lehet állítani, hogy a valóságos érték még
 kisebb, mint a lemerés által megállapított, mert a görbe leg-
 első valódi kezdetét a metszéki tengely eltakarja.

Kísérleteimnél izomtartóképen egy elefántcsont fogó szol-
 gált, melynek két lapja közé szorítottam az izom felső végét;
 e két lapban volt elhelyezve egyszersmind az egyik pár elektrod;
 az ingerlő áram az izmot többnyire vastagsága szerint járta át.
 Az izom alsó vége a myographium jelzőjével egy másik kis fogó
 közbevetésével volt összekapcsolva, melyben egy másik elek-
 trodpár volt elhelyezve, hasonlóképen mint fönt, az izmot két
 oldalról érintve. E huzalok folytatásai függőlegesen nyúltak le-
 felé és két higanynyal telt üvegcsőbe értek, a melytől a villam-
 vezető huzalok tovább voltak vezetve, s ennél fogva ezek nem
 akadályozták az izom összehúzódását. A száradás elkerülése
 végett az izomtartó nedves kamarában állott.

Az izom ingerlésére az első kísérleti sornál indítási beve-
 zetett áramot használtam a myographium rendes ingerkiváltója

és egy *Jendrassik*¹⁾-féle higanyszakító segítségével, mely az áram zárásának egyenletessége felől biztosított. Az áram erejét mindig a maximalis rángások eléréséig fokoztam, a melyek az első kísérleti sornál mindazáltal aránylag gyengék voltak, mint-hogy a kísérletek az 1885/6-ik tanév végén több hónapig éhezett békákkal történtek. — Kísérleti izomnak többnyire a sartoriust és a rectus internus majort és minort választottam, mint a melyek a legrendesebb bonczatani alkatúak, bár ezek sem cylindrikusak, hanem alsó végök jelentékenyen vékonyabb; azonban néhány kísérletnél a gastroknemiust is alkalmaztam. A rectus internus (Ecker) e kísérletekre különösen alkalmasnak ígérkezett a rostokat megszakító inscriptio tendinea miatt, a melynél fogva azt úgy lehet tekinteni, mint két izmot.

Az ingerületet mindig fölváltva, egyszer a felső-, másszor az alsó izomvégnél indítottam meg, az áram útjába iktatott kereszt nélküli commutator segítségével, s a rángásokat a myographium lemezére egymás mellé sorakoztattam, egy-egy lemezre 14—24 rángási görbét.

A lappangási szakasz lemerését a szintén *Jendrassik*²⁾ tanár úr által szerkesztett lemérő állványon mikroszkop alatt eszközöltem 0.1 mm.-ig terjedő pontossággal.

A mérések eredménye a következő táblázatban van összeállítva. A felső számsor a kísérlet sorszámát mutatja, és a megfelelő oszlopban lefelé egymásután következnek a rángási görbék kezdeteit jelző számok, a melyek a lemérő állvány mértékleczének ama helyét jelentik, a hol a görbe kezdete mikroszkop alatt megállapítható volt; e szerint a kisebb szám azt jelenti, hogy a görbe kezdete előbbre esik, és az egy oszlopban álló két görbe kezdetét jelző számok különbsége a lappangási szakaszok különbségének felel meg; az *f* és az *l* betűk irányában álló sorok a *főnt* illetőleg *lent* elhelyezett elektrod pároktól kiinduló ingerlésre beállott rángások kezdeteit tartalmazzák; a nyilak a kisebb számok felé irányulnak, és a táblázatot könnyebben áttekinthetővé teszik.

¹⁾ A magától sorakoztató esőmyographium. A m. tud. akad. III. oszt. külön kiadványa. 1881. 38-ik lap. IV. tábla 2. ábra.

²⁾ Az előbbi értekezésben a 43-ik lapon és a VI-ik táblán.

Sorszám	Az inger- lés helye	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	f	38·2 ↓	43·1 ↓	43·8 ↑	48·8 ↓	42·6 ↓	40·5 ↓	51·9 ↓	45·9 ↓	43·8 ↓	39·9 ↑	50·1 ↓
2	l	36·3	41·9	45·8	46·9	38·2	35·9	49·6	45·0	40·0	40·8	45·7
3	f		↑	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑
		43·8	43·2	49·1	41·9	41·1	52·7	44·0	44·7	40·0	50·3	
4	l		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓
		42·4	42·6	47·1	41·1	40·7	51·7	43·1	40·0	41·0	46·2	
5	f		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑
		40·0	43·2	42·7	48·5	40·6	41·8	52·5	42·6	44·8	40·7	50·6
6	l		↓	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓
		38·0	42·2	42·4	48·1	41·4	40·5	51·6	43·0	41·1	41·8	46·4
7	f		↑	↓	↑	↑		↑	↑	↑	↓	↑
		38·6	42·9	42·3	51·5	42·6		56·7	43·8	44·2	38·6	47·4
8	l		↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓
		38·2	42·4	42·8	46·9	41·0	40·6	51·9	43·0	40·5	40·9	45·1
9	f		↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑
		38·7	43·0	42·3	48·6	42·5	40·1	54·7	43·3	43·7	40·5	46·1
10	l		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓
		38·4	41·4	42·5	47·7	41·6	39·4	51·8	42·9	39·2	41·9	45·8
11	f		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		39·1	45·1	42·7	48·6	42·8	40·4	56·8	43·6	44·0	41·7	53·0
12	l		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓
		38·9	40·0	41·6	47·1	41·5	39·7	51·8	43·5	39·5	44·2	46·3
13	f		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		39·6	40·1	42·1	48·2	41·7		58·8	43·6	43·5	40·7	56·6
14	l		↓	↓	↓	↑		↓	↓	↓	↓	↓
		38·7	39·4	41·9	41·9	41·9		53·1	43·2	38·5	43·8	41·5
15	f		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↓	↑
		38·7	40·7	42·3	50·2			57·3	43·4	43·2	43·2	53·0
16	l		↓	↓	↓	↓		↓	↑	↓	↓	↓
		38·9	40·6	42·0	46·8			52·7	44·0	39·0	42·8	44·0
												M. rectus internus min. fordított helyzetben
												M. rect. intern. min. rendes helyzetben
												Sartorius kis teherrel
												Sartorius nagy teherrel
												Sartorius kis teherrel
												Sartorius fordított hely- zetben, kis teher
												Sartorius kis teherrel
												Sartorius kis teherrel
												Sartorius kurarázva
												Adductor magnus ku- rarázva

A hol a táblázatban hiány van, ott a görbe kezdete nem volt lemérhető. Az ingerhatás pillanatát csak a 9-ik sor görbéire állapítottam meg. A myographium ingerkiváltó emeltyűjének kinyílása e görbe sornál a mérőlécz 23·4 mm. pontjára esett. A lappangási időszakasz meghatározásánál azonban még számításba veendő a közbeiktatott tulajdonképeni ingerkiváltó villamdelejes higanykulcs elkésése.

E mérések szerint a görbe kiindulási helye általában, csak kevés kivétellel, előbbre esik akkor, ha az ingerület az izom alsó-, mint ha a felső végétől indul ki. Hogy a különbségek egy bizonyos izomnál egy sor rángás közben nem egyenlők, az valószínűleg onnan származik, hogy az egyes rángások közt lefolyt pihenési idő nem volt egyenlő, s az izom ingerlékenysége minden rángás után változott.

E körülménynek igen nagy befolyása van az eredményre, a mint a *Jendrassik**) tanár úr sorakoztató myographiumával eszközlött följegyzésekből kitűnik, a melynél az egyes összehúzódások közt lefolyt pihenési idő mindig egyenlő maradt. Egy ilyen kísérlet alkalmával nyert myogrammsor a rajzmellékleten látható a görbék kezdetének megjelölésével. A metszéki tengelyen 1 mm. = 0·0057 másodperczet képvisel; az első rángás és a lap forgásának iránya meg van jelölve. A kísérlet sartorius izomra vonatkozik és a rángások 4 mp.-nyi időközökben követik egymást; az ingerek kiváltása ötönként váltakozva fönt és lent az izom végein történt. A lemérés adatai a következő táblázatban vannak; a számok a lemérő állvány mérőléczének a görbe kezdeténél álló pontját jelentik.

*) A magától sorakoztató esőmyographium. A m. tud. akad. külön kiadványa 1881.

Lent ingerelve	Középték	Fönt ingerelve	Lent ingerelve	Középték	Fönt ingerelve	Lent ingerelve	Középték	Fönt ingerelve
29.1				↑	30.2	29.2	↓	
29.1				↑	30.3	29.3	↓	
29.2	29.2			30.2	30.2	29.2	29.2	
29.2	↑			↓	30.3	↑	
29.3				↓	30.2		
		29.7	29.2	↓				30.2
		29.9	29.2	↓				30.2
	29.9	30.0	29.3	29.3			30.2	30.2
		29.8	29.4	↑			↓	30.2
		29.9	29.3	↑				30.4
29.3	↓			↑	30.0	29.4	↓	
29.2					30.2	29.3		
29.4	29.3			30.0	29.9	29.3	29.3	
29.3					30.0	29.2		
29.5	↑			↓	30.0	29.3	↑	
		30.1	29.2	↓				30.3
		30.1	29.2					30.2
	30.1	30.1	29.1	29.3			30.3	30.2
		30.2	29.3	↑			↓	30.3
		30.0	29.5	↑				30.3
29.1	↓			↓	29.3	29.2	↓	
29.2					29.4	29.3		
29.4	29.2			30.0	30.0	29.2	29.2	
29.2	↑				30.2	29.4		
29.2				↓	30.3		
		30.2	29.4	↓				
		30.0	29.4					
	30.2	30.2	29.3	29.4				
		30.3	29.5	↑				
		30.3	29.5	↑				
29.3	↓			↑	30.4			
29.4					30.4			
29.3	29.3			30.4	30.3			
29.3	↑			↑	30.4			
29.3				↑	30.4			

Az eredmény egyenlő, akár kurarával mérgezett állatból való az izom, akár épből.

Az izom alakja módosíthatja az eredményt; nevezetesen ha az izom felső vége sokkal vastagabb, akkor az e végtől megindított rángások erősebbek, mert több izomrost jön működésbe és az erősebb rángás által írt görbének lappangási szakasza valamivel rövidebbnek látszik; ez fejtí meg a *Tigerstedt* előbb említett eredményeit a *gastroknemius* izomnál. Hogy e kivételes jelenség csakugyan a mondott okból ered, kitűnik abból, hogy ha ugyanez izmot fordított helyzetben függesztjük föl, akkor a lappangási szakasz hosszúsága nemcsak tizedmilliméterekre terjedő különbséget fog föltüntetni, hanem 10—15 mm. különbséget, a mint e viszony az első táblázat 10-ik és 11-ik sorának összehasonlításából, és a megfelelő myogrammokból nagyon föltűnően meglátszik.

A mondottak szerint ha az izom direkt ingerlésekor a lappangási időszakasz hosszát az izom megnyújtása miatt a legcsekélyebb mértékben megváltozva akarjuk ismerni, az elektrodokat az izom alsó végén kell elhelyeznünk.

Kérdés, hogy mennyit hibázhatunk a számításnál, ha az elektrodok helyzetét figyelmen kívül hagyjuk?

A fölsorolt esetekben az esőmyographium lemezének esési sebessége másodpercenként 840 mm. volt, vagyis a metszéki tengelynek 1 mm. hosszúsága 0.00119 mp. idő értéket képviselt. Az első rángáspárok 1—4.6 mm. különbséget mutatnak a lappangási szakasz hosszában, a mi 0.0012—0.0054 mp.-nek felel meg, és így sokkal jelentékenyebb, hogysem az ingerület lappangási időszakának meghatározásánál elhanyagolható lenne.

E kísérletek nem abból a czélból történtek, hogy a lappangási szakasz abszolút értéke felől fölvilágosítást nyerjünk, hanem csak azért, hogy az ingerlés helyének a lappangási szakasz hosszára való befolyását lássuk: mindazáltal az időkülönbség jobb előtűntetésére szolgáljon egy pár értékmeghatározás:

	A 9-ik sorban.	
	főnt	lent
történt ingerlés után, az <i>első</i> pár rángásnak kezdete :	43·8 mm.	40·0 mm.
a myograph ingerkiváltójának kinyílása --- --- ---	23·4 „	23·4 „
összes látszólagos lappangás =	20·4 mm.	16·6 mm.
az I. tekercs áramának megindulása a higanyszaki- tító miatt elkéssett --- --- ---	12·2 „	12·2 „
a valóságos lappangási szakasz --- --- ---	8·2 mm.	4·4 mm.
1 mm. sebesség mellett a lappangási szakasz		
0·00119. időértéke --- --- ---	0·0097 mp.	0·0052 mp.
Hasonló módon számítva az utolsó pár rángás ugyane kísérleti sornál 0·005 mp. különbséget mutat; u. i.		
	főnt	lent
ingerelve a lappangási szakasz hossza --- --- ---	7·6 mm.	3·4 mm.
a lappangási szakasz időértéke --- --- ---	0·009 mp.	0·004 mp.

A számítás alapjául azért veszem a 9-ik görbesort, mert csak ennél van megjelölve a myographiumkulcs kinyílásának helye; ettől azonban a lappangási szakasz hosszát nem lehetett mérni egyszerűen, mert az ingerkiváltás az alkalmazott higanykulcs miatt, a melyet villamdelej mozgat, elkészik, és az elkésés értéke nem volt könnyen megállapítható. Azért a többi görbe sornál a myographiumkulcs megnyílásának helyét meg sem jelöltem. Később az elkésés értékét egy *Deprèz*-féle chronograph-fal határoztam meg, s e meghatározás alapján történt az elkésés beszámításával a fentebbi értékmeghatározás.

Minthogy azonban a villamdelej, különösen hosszabb működés után nem eléggé megbízható, és saját vizsgálataim alapján a lappangási időszakasz tényleges értékéről is fölvilágosítást óhajtottam szerezni: elhagyva a higanykulcsot, a myographium ingerkiváltóját vettem közvetlenül használatba, a melynél ugyan, — mint szilárd fém érintési emeltyűnél — nem lehetett azt várni, hogy az inger nagysága mindig állandóan egyenlő marad, de minthogy a myogrammoknak csak kezdeti részére volt szükségem, illetőleg csak a lappangási időszakasz hosszát akartam lemérni, e célra az is kielégítőnek látszott.

A lappangási időszakasz hossza.

A kísérletek az izom kisebb-nagyobb megterhelése mellett történtek; ingerlésre a szakítási bevezetett áram szolgált, fölváltva egyszer az izom felső-, másszor alsó végére alkalmazva, mint az előbbi kísérleteknél.

1. Sartorius izom rendes helyzetben 23 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye a lemérő lécz hosszában 29·6. A rángási görbék kezdetei:

						középérték	különbség
lent ingerelve:	40·4	39·6	39·1	39·1	39·3	=	39·3
főnt ingerelve:	—	39·3	39·6	39·6	39·7	=	↑ 39·6 — 0·3 mm.

2. Folytatás 18 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye a leméréskor 28·2. A rángások kezdetei:

						középérték	különbség
lent ingerelve:	36·2	35·1	37·5	36·3	35·8	37·4	= 36·4
főnt ingerelve:	38·0	38·5	37·9	41·2	40·0	—	= ↑ 39·1 — 2·7 mm.

3. Folytatás 23 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 27·2. A rángások kezdetei:

						középérték	különbség
lent ingerelve:	35·1	33·8	37·2	35·9	35·8	=	35·5
főnt ingerelve:	—	—	39·8	38·9	38·0	=	↑ 38·9 — 3·4 mm.

4. Ugyane békából a másik sartorius izom fordított helyzetben, 23 gr. súlylyal megterhelve. Az ingerlés pillanatának helye 28·5. A rángások kezdetei:

						középérték	különbség
lent ingerelve:	36·2	37·4	37·0	35·9	39·1	=	37·1
főnt ingerelve:	37·4	38·0	38·9	40·1	40·5	=	↑ 38·9 — 1·8 mm.

5. Folytatás 18 gr. súlylyal. Az ingerlés pillanatának helye 29·2. A rángások kezdetei:

						középérték	különbség
lent ingerelve:	35·0	37·3	38·5	36·5	37·3	=	36·9
főnt ingerelve:	36·9	40·4	39·3	37·6	39·0	=	↑ 38·6 — 1·7 mm.

6. M. rectus internus major rendes helyzetben 18 gr.-nyi megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 33·9. A rángások kezdetei:

										középérték	különbség
lent ingerelve:	40·3	40·1	37·7	41·1	38·7	38·4	=			39·4	— 2·3 mm.
főnt ingerelve:	42·8	41·8	41·9	41·1	40·5	42·1	=			41·7	

7. Folytatás 33 gr. súllyal megterhelve. Az ingerlés pillanatának helye 32·4. A rángások kezdetei:

										középérték	különbség
lent ingerelve:	37·2	37·7	36·6	36·5	36·0	36·4	=			36·7	— 2·6 mm.
főnt ingerelve:	41·6	37·7	37·7	40·7	40·6	37·6	=			39·3	

8. Folytatás 18 gr.-nyi megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 32·8. A rángások kezdetei:

lent ingerelve:	38·4	38·0	39·5	39·0	39·4	36·3	38·2	38·5	39·5	40·0	39·8
főnt ingerelve:	38·6	42·5	39·2	42·0	41·5	43·0	38·8	41·0	41·4	40·6	41·5
középérték,					lent ingerelve:	38·9					
					főnt ingerelve:	40·9					különbség — 2·0 mm.

9. M. rectus internus $\frac{1}{3}$ -része leválasztva 18 gr.-nyi megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 34·1. A rángások kezdetei:

lent ingerelve:	43·7	44·7	45·7	46·4	45·2	47·0	46·8	45·8	43·0	42·0
főnt ingerelve:	45·0	46·2	45·7	49·0	48·8	44·5	47·5	49·2	46·1	46·9
középérték,					lent ingerelve:	45·0				
					főnt ingerelve:	46·9				különbség — 1·9 mm.

10. M. gastrocnemius fordított helyzetben fölfüggesztve. Az ingerlés pillanatának helye 32·4. A rángások kezdetei:

lent ingerelve:	37·1	36·6	35·0	36·3	36·2	34·4	—	37·2	35·6	36·9	35·5
főnt ingerelve:	40·9	38·9	39·2	37·3	38·9	40·0	40·0	36·2	38·0	38·7	37·8
középérték,					lent ingerelve:	36·0					
					főnt ingerelve:	38·7					különbség — 2·7 mm.

Mint a megelőző kísérleteknél, úgy e sorozatban is a lappangási időszak mindig rövidebbnek mutatkozott akkor, a midőn az inger az izom alsó végére hatott. A különbség többnyire jelentékeny. Az eredményeket a következő táblázat áttekinthetőbbé teszi:

Sorszám	A lappangási szakasz hossza (milliméterekben)		Különbség	Legrövidebb lappangási szakasz a sorban: (mm.)	A lappangási szakasz közép időértéke (mp.)		A legkisebb lappangási idő (mp.)	Jelző izom:
	Főnt	Lent			Főnt	Lent		
	ingerelve							
1	10·0	9·7	— 0·3	9·5	0·0119	0·0115	0·0113	M. sartorius
2	10·9	8·2	— 2·7	6·9	0·0129	0·0097	0·0082	
3	11·7	8·3	— 3·4	6·6	0·0139	0·0098	0·0078	
4	10·4	8·6	— 1·8	7·4	0·0123	0·0102	0·0088	
5	9·4	7·7	— 1·7	6·8	0·0111	0·0103	0·0069	M. rectus internus major
6	7·8	5·5	— 2·3	3·8	0·0092	0·0065	0·0045	
7	6·9	4·3	— 2·6	3·6	0·0082	0·0051	0·0042	
8	8·1	6·1	— 2·0	3·5	0·0096	0·0072	0·0041	
9	12·8	10·9	— 1·9	7·9	0·0152	0·0129	0·0094	M. gastrocnemius
10	6·3	3·6	— 2·7	2·0	0·0075	0·0038	0·0023	

A lappangási időszakasz — a három izom közül, a melylyel a kísérlet történt, — leghosszabb a sartoriusnál, és legrövidebb a gastrocnemiusnál. Természetes azonban, hogy e különbség nem tulajdonítható az illető izmok különös sajátosságának, hanem az izom vastagságával hozandó oki összefüggésbe. A mint ugyanis a rectus internus izomból annak mintegy $\frac{1}{3}$ részét leszakítás útján eltávolítottam, a lappangási idő is jelentékenyen hosszabbá változott. (9-ik sorszám.)

Az izom vastagságán kívül az izomrostok rövidebb vagy hosszabb volta szintén befolyással van a lappangási időszakasz hosszára, mert minél rövidebb az izom, annál rövidebb egy-szersmind a jelző vég elébe iktatott nyújtékony állomány, és így annál kisebb lehet a megnyújtás.

Ennek bizonyítására ide iktatok két — más helyen*) részletesen közölt — kísérleti sorból összeállított táblázatot. E kísérleteknél a rectus internus major izom alsó fele része szolgált csupán a jelzésre; az *ingerlő elektrodok a felső felelen voltak* elhelyezve, az egyik épen a jelző izomfél felső határán, a másik magasabb helyen. Erős bevezetett áram szolgál az ingerlésre. Az egész sorozat ugyanegy izomra vonatkozik, úgy hogy a ki-

*) Az ingerület kiindulási helyének megállapítása. Ugyane füzetben A. 2—8., 11., 13., 14. kísérlet.

fáradás hatása is szemlélhető. A megterhelés változatlanul 18 gramm.

	Sorszám	Hány rángásból	A lappangási szakasz közép hossza (mm.)	Legrövidebb lappangási szakasz (mm.)	A lappangási szakasz közép időértéke:	Legrövidebb lappangási idő (mp.)
I.	1	16	3·5	2·5	0·0041	0·0029
	2	14	2·8	2·1	0·0033	0·0025
	3	24	4·3	2·8	0·0051	0·0033
	4	19	4·1	2·4	0·0048	0·0028
	5	19	4·8	3·5	0·0057	0·0041
	6	17	4·7	4·2	0·0056	0·0050
	7	20	7·6	5·5	0·0090	0·0065
II. (kurará- val.)	1	20	6·7	4·4	0·0079	0·0052
	2	16	3·0	2·5	0·0035	0·0029
	3	17	4·5	3·2	0·0053	0·0038

Az előbbi lapon közölt táblázat szerint a rectus internus izomnál, a midőn egész hossza szerint összehúzódva jegyezte föl a rángásokat a myographium lemezére, a lappangási idő sorok szerint vett középertéke a felső vég ingerlésekor 0·0082 – 0·0096 mp. közt változott; a fél izom összehúzódásakor pedig kevesebb, csak 0·0033—0·0051 mp. volt a lappangási idő az első 73. rángásnál. A talált minimalis értékek az egész hosszában vett izomnál 0·0041—0·0045 mp., fél izomnál csak 0·0025—0·0033 mp. Kurarázott fél izomnál 53. rángáson végig a középerték 0·0035—0·0079 mp.; minimalis értékek 0·0029—0·0052 mp.

A mint előbb láttuk, az izom vastagságával fordított arányban áll a lappangási időszakasz; mert minél vastagabb az izom, annál több rost jön egyszerre ingerületbe, annál magasabb lesz a myogramm, és annál meredekebb az emelkedő szakasz. Ez viszony azt a gondolatot ébreszti, hogy ha lehetséges volna a myogramm emelkedését még meredekebbé tenni, akkor a lappangási szakasz talán egészen eltűnne, vagyis az mutatkoznék, hogy az összehúzódás az ingerlés pillanatában rögtön kezdődik, az ingerület lappangása tehát csak látszólagos, és csak az által van föltételezve, hogy az összehúzódásnak egy bizonyos előhaladottabb fokára van szükség, hogy az egyáltalá-

ban fölismerhető legyen; a mit *Jendrassik* tanár úr előadásai-
ban már régen hangoztatott, azon az alapon, hogy a nemleges
áramingadozás az ingerléstől elkésést nem mutat; az a csekély
elkésés, a mely a *Bernstein*-féle rheotom-kísérleteknél mutat-
kozik 0.001 mp. és még kisebb értékben, nyilván onnan ered,
hogy a változat legelső kezdeti része a galvanometer-kihajlás
csekélyisége miatt nem ismerhető föl; a nemleges áraminga-
dozás pedig maga az ingerület egyik jele, attól az összehúzó-
dási folyamat megindulása sem késhet el; és a minek lehető-
ségét már *Helmholtz**) is fölemlítette: «Es wäre sogar möglich,
dass die Energie gleich vom Augenblicke der Reizung an stiege,
aber so langsam, dass sie z. B. in der Reihe I. während des
ersten Zeitraumes von 0.0093 Secunden sich nur um etwa 1 gr.
vermehrt hätte. Jedesfalls würde diese Ansteigung ganz unbe-
trächtlich sein im Vergleich zu der von 40 gr. in den folgenden
0.0036 Secunden.»

Kísérleteimet tehát úgy folytattam, hogy az ingerületi hul-
lámot egyszerre két irány felé indítottam meg az izomban; oly
módon, hogy az ingerlő elektrodokat fölváltva egyszerre az
izom két végén, másszor az izom közepén alkalmaztam, és az
ingerlésre bevezetett áramot használtam, a melynél — mint
tudjuk — ha elég erős, mindkét sarktól indul ki ingerület. Az
utóbbi berendezés felel meg az ideg felől kiindult ingerlésnek
is, minthogy az idegvégződésnek jobbra az izomrostok közép-
táján vannak, vagy legalább is a rostok folytonosságában, nem
pedig végén.

Összehasonlítás kedvéért ugyanez izmoknál az izom felső
és alsó végétől kiindult inger után is lemértem a kiváltott rán-
gások lappangási szakaszát. Az elektrodok változtatása két ke-
reszt-nélküli commutator segítségével minden rángás után a
följegyzett sorrend szerint történt; a rángások 15 mp. időközök-
ben követték egymást és a myographium lemezén egymás mellé
sorakoztak. ↑ és ↓ áramnál az elektrodok az izom két végén
voltak elhelyezve.

I. M. rectus internus kurarázott békából 33 gr. súlylyal

*) Id. h. 313. l.

megterhelve. Az ingerlés pillanatának helye 30·8. A rángások kezdetei:

főnt ingerelve:	37·4	36·1	35·7	42·1	=	37·8
középen „ :	33·4	34·0	33·7	33·6	=	33·6
lent „ :	36·2	35·3	41·0	34·1	=	36·6
↑ irányú árammal:	35·6	35·4	38·5	41·9	=	36·8
↓ „ „ :	34·5	36·5	42·0	40·6	=	35·4
legkisebb középérték:	36·6 — 30·8 = 2·8 mm. = 0·0033 mp.					
legkisebb érték:	33·4 — 30·8 = 2·6 mm. = 0·0030 mp.					

II. Folytatás 18 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 34·0. A rángások kezdetei:

főnt ingerelve:	38·4	38·5	39·5	37·2	=	38·4
középen „ :	37·8	36·4	37·6	36·0	=	36·9
lent „ :	37·4	39·1	38·5	37·2	=	38·0
↑ irányú árammal:	?	?	39·8	38·5	=	39·1
↓ „ „ :	40·2	37·4	39·0	39·4	=	39·0
legkisebb középérték:	36·9 — 34·0 = 2·9 mm. = 0·0034 mp.					
legkisebb érték:	36·0 — 34·0 = 2·0 mm. = 0·0023 mp.					

III. Gastrocnemius izom kurarázva 18 gr. megterheléssel; fordított helyzetben fölfüggesztve. Az ingerlés pillanatának helye 32·2. A rángások kezdetei:

főnt ingerelve:	37·1	40·5	40·6	36·9	=	38·7
középen „ :	36·2	36·0	37·1	37·9	=	36·7
lent „ :	34·6	36·8	36·4	36·6	=	36·1
↑ irányú árammal:	35·3	39·3	38·1	36·7	=	37·3
↓ „ „ :	35·7	36·9	36·9	36·7	=	36·5
legkisebb középérték:	36·1 — 32·2 = 3·9 mm. = 0·0046 mp.					
legkisebb érték:	34·6 — 32·2 = 2·4 mm. = 0·0028 mp.					

IV. M. rectus internus kurara nélkül 18 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 38·7. A rángások kezdetei:

főnt ingerelve:	43·6	46·2	44·9	45·0	=	44·9
középen „ :	42·2	41·4	43·5	41·5	=	42·1
lent „ :	42·7	42·2	44·1	43·4	=	43·1
↑ irányú árammal:	44·4	44·1	43·1	44·5	=	44·0
↓ „ „ :	43·0	42·6	44·1	43·5	=	43·3
legkisebb középérték:	42·1 — 38·7 = 3·4 mm. = 0·0040 mp.					
legkisebb érték:	41·4 — 38·7 = 2·7 mm. = 0·0032 mp.					

V. Folytatás 23 gr.-nyi megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 30·8. A rángások kezdetei:

főnt ingerelve:	36·2	36·5	?	=	36·3
középen „ :	34·1	34·0	33·4	=	33·8
lent „ :	34·8	38·4	35·1	=	36·1
↑ irányú árammal:	36·0	38·5	36·1	=	36·8
↓ „ „ :	34·6	36·0	33·5	=	34·7
legkisebb középérték:	33·8 — 30·8 = 3·0 mm. = 0·0036 mp.				
legkisebb érték:	33·4 — 30·8 = 2·6 mm. = 0·0030 mp.				

VI. Folytatás 18. gr. súlylyal. Az ingerlés pillanatának helye 27·8. A rángások kezdetei:

főnt ingerelve:	31·0	33·4	33·4	=	32·6
középen „ :	30·3	29·6	30·8	=	30·2
lent „ :	31·9	?	33·3	=	31·7
↑ irányú árammal:	32·3	30·1	30·5	=	30·9
↓ „ „ :	31·8	30·1	32·6	=	31·1
legkisebb középérték:	30·2 — 27·8 = 2·4 mm. = 0·0028 mp.				
legkisebb érték:	29·6 — 27·8 = 1·8 mm. = 0·0021 mp.				

VII. Gastroknemius izom fordított helyzetben; kurara nélkül 18 gr. súlylyal megterhelve. Az ingerlés pillanatának helye 35·7. A rángások kezdetei:

főnt ingerelve:	41·4	39·2	39·0	=	39·8
középen „ :	38·0	37·7	37·5	=	37·7
lent „ :	38·2	37·3	37·9	=	37·8
↑ irányú árammal:	37·5	38·1	39·1	=	38·2
↓ „ „ :	39·0	38·1	39·4	=	38·8
legkisebb középérték:	37·7 — 35·7 = 2·0 mm. = 0·0023 mp.				
legkisebb érték:	37·3 — 35·7 = 1·6 mm. = 0·0019 mp.				

A kísérletek ez utóbbi sorozata megfelelt a hozzá kötött várakozásnak, és az előrelátott eredményt nyújtotta, u. i. a lappangási szakasz hullámfölhalmazódás esetében rövidültnek mutatkozott.

Egyetlen eset kivételével a lappangási időszakasz akkor volt a legrövidebb, a mikor az ingerület az izom közép részétől indult ki, tehát két irányban terjedt tovább a végek felé. Amaz egy kivétel a fordított helyzetben fölfüggesztett gastroknemius izomnál fordult elő (III.), a hol a legrövidebb lappangási szakasz az izom alsó legvastagabb részének ingerlésekor mutatko-

zott; itt nyilván az izom középrészének ingerlésekor az izom megnyúlása késleltette a rángás kezdetét az alsó vég ingerléséhez képest, mint az első kísérleti sorozatnál.

Hullámfölhalmazódás volt azokban az esetekben is, a midőn az elektrodok az izom két végén voltak elhelyezve és úgy leszálló mint fölszálló irányú áramnál a bevezetett áram kifejlődésének megfelelő ingerület a kathodtól, — a visszafejlődésnek megfelelő ingerület pedig az anodtól indult ki és az izmon az ingerületi hullámok a két végtől ellenkező irányban haladtak végig. — Itt mindazonáltal a lappangási szakasz többnyire hosszabbnak látszik mint a középrész ingerlésénél, a mire két ok van; u. i. az egész izomnak az áramkörbe való beillesztésekor jelentékenyen nagyobb lévén az akadály, kisebb az áramerő; továbbá az izom minden helyén a nyugalmi állapotból kimozduló elemi izomrétegek egyszerű inger hatása folytán mozdultak ki, míg a középrésznel kettős inger hatott — bár egymás után nagyon csekély időközben — és így kettős ingerület halad tovább az izomban mind a két irány felé. — Mind a két körülmény tekintetében a két végen eszközölt ingerlés hátrányban van az alsó vég egyedüli ingerlése mögött is; mert az alsó izomvég ingerlésekor az áram erősebb, a kimozduló rétegekre kettősen hat, és láttuk, hogy az izom megnyúlása is a rángás kezdetén a legcsekélyebb; azért sokszor az alsó vég egyedüli ingerlésekor rövidebbnek látszik a lappangási szakasz, mint a fölszálló vagy a leszálló irányú áram alkalmazásakor.

A felső vég ingerlésekor a lappangási szakasz többnyire a leghosszabb.

A fölszálló és a leszálló irányú bevezetett áramok hatása egymáshoz nagyon közel áll; a mi természetes, mert ha a második tekercs a szánkakészüléken az elsőre egészen föl van tolva, a kathodikus és az anodikus inger egyenlő hatású, u. i. maximális. Hogy mindazáltal a hatás nem teljesen egyenlő, az valószínűleg az elektrotonikus ingerlékenységi változás által van föltételezve. — *Tigerstedt**) kísérleteinél is közel egyenlőnek mutatkozott a lappangási időszakasz föl- és leszálló irányú bevezetett áramnál.

*) Id. h. 185. l.

Megkísérlettem végre a lappangási időszakaszt lehetőleg még kisebb értékre oly módon levinni, hogy vastagabb izmot több helyen egyidejű ingerlésnek vetek alá, — Az ingerlést fönt, középen és lent egyszerre úgy szándékoztam eszközölni, hogy a szánkakészülék másodlagos tekercsének áramát elágasztattam a három pár elektrod felé, a melyek az izom említett helyein voltak elhelyezve. Nem lehet ugyan tudni biztosan, hogy ily berendezés mellett volt-e ténylegesen többszörös ingerlésből származó hullámfölhalmozódás, mert lehetséges, hogy az áram kiegyenlödése és így egyszerismind ingerlés csak egy helyen, az izom legvékonyabb helyén történt, minthogy az elektrodok az izom két oldalán voltak egymással szemközt elhelyezve különböző vastagságú tájakon: de a kísérleteket azért fölemlítem, minthogy megtörténtek, és eredményök mindenesetre figyelembe veendő.

VIII. A rectus internus kétfelé hajtva, nem kurarázott békából 18 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 30·4. A rángások kezdetei: 32·4; 35·0; 35·0; 32·8; 33·1; 32·7; 34·0; 33·1; 32·7; 35·0; 33·6; 35·0; 34·8; 34·8; 34·4; 34·1.

A görbék kezdeteinek közép helyzete 33·9.

A lappangási szakasz középhossza: $33·9 - 30·4 = 3·5$ mm. = 0·0041 mp.
legkisebb érték: $32·4 - 30·4 = 2·0$ mm. = 0·0023 mp.

IX. Folytatás az előbbi kísérlettel egyező módon. Az ingerlés pillanatának helye 32·3. A rángások kezdetei: 35·5; 35·8; 35·3; 35·1; 34·2; 36·0; 36·0; 35·6; 36·5; 34·3; 33·9; 36·4; 35·2; 35·0; 37·5; 37·1; 36·5; 35·5.

A görbék kezdeteinek középhelyzete 35·6.

A lappangási szakasz középhossza: $35·6 - 32·3 = 3·3$ mm. = 0·0039 mp.
legkisebb érték: $33·9 - 32·3 = 1·6$ mm. = 0·0019 mp.

X. két m. rectus internus összefogva és úgy fölfüggesztve, hogy $\frac{2}{3}$ részének mozgását jegyzi föl a myographium jelző emeltyűje, 18 gr. megterheléssel. Az ingerlés pillanatának helye 29·6. A rángási görbék kezdetei: 33·0; 33·3; 34·8; 32·8; 32·5; 32·8; 35·0; 30·1; 32·8; 32·5; 31·5; 33·1; 32·5; 32·9.

A kiemelt értéket számításán kívül hagyva, a görbék kezdeteinek közép helyzete 32·9.

A lappangási szakasz középhossza: $32·9 - 29·6 = 3·3$ mm. = 0·0039 mp.
legkisebb érték: $31·5 - 29·6 = 1·9$ mm. = 0·0022 mp.
egyszer: $30·1 - 29·6 = 0·5$ mm. = 0·0006 mp.

A lappangási szakasz legkisebb értékeinek könnyebb áttekintésére szolgáljon a következő összeállítás.

	Közép érték	Legkisebb érték
I.	0·0033 mp.	0·0030 mp.
II.	0·0034 „	0·0023 „
III.	0·0046 „	0·0028 „
IV.	0·0040 „	0·0032 „
V.	0·0036 „	0·0030 „
VI.	0·0028 „	0·0021 „
VII.	0·0023 „	0·0019 „
VIII.	0·0041 „	0·0023 „
IX.	0·0039 „	0·0019 „
X.	0·0039 „	0·0022 „
	egyszer előfordult	0·0006 „

Hullám-fölhalmozódásnál e szerint a lappangási szakasz jelentékenyen rövidebbnek mutatkozott, mint az előbbi kísérletek-nél egyszerű végi ingerlés után; pedig a valóságos lappangási időt a Helmholtz értelmében — ha van ilyen — a hullámfölhalmozódás nem rövidíthetné meg; az csak a rángás kezdetének látszólagos visszamaradására, — a mi az izom megnyúlásából ered — lehet befolyással.

Ebből az következik, hogy az ingerület lappangási szakasza az izom közvetlen ingerlésekor csak látszólagos; és a mint sikerült a kísérleti berendezés alkalmas megválasztása segítségével állandó 14—16°C. hőmérsék mellett a lappangási időszakot oly mértékben megrövidítve fölmutatnom, a mint eddig egy vizsgálónak sem, semmiféle kísérleti eljárás mellett: az, míg egy részről azt a reményt költi, hogy megfelelő módon lehetséges lesz azt még kisebb értékre lecsökkenteni, egyszersmind a myographikus eljárás érzékenységet is meggyőzően bizonyítja. Szükséges azonban, hogy a myogrammot lehetőleg hegyes végű jelző írja, és hogy a lemérés mikroszkop alatt eszközölhető legyen. — Nélkülözhetlen kellék továbbá, hogy a jelző vég nyugalmi helyzete a myogramm alatt elvonuló egyenes vonal alakjában jelezve legyen, és a myogramm e vonalból emelkedjék ki; mert csekély emelkedéseket, — minő pl. a vonal vastagságának

egy részlete, csak így lehet fölismerni. — Ha a myogramm nem pontosan a metszéki tengelyből indul ki, akkor a lappangási szakasz lemérése már nagyon meg van nehezítve, és pedig annál inkább, minél távolabb áll a myogramm a metszéki tengelytől; ha pedig ilyen nincs is, akkor a görbe kezdetének fölismerése teljesen lehetetlen.

Az újabb értekezések közül a *Biedermann*¹⁾-ét és a *Rosenthal*²⁾-ét említem itt föl, a melyekben myogrammok is közölve vannak. *Biedermann* a Hering-féle kettős myographiummal dolgozott, és a myogrammok mellett nincs metszéki tengely. A közlött myogramokon meg van ugyan jelölve a rángás kezdete, de a jelek sok helyen szembeötlőleg nem egyeznek össze a közlött görbék látszólagos kezdetével, pl. a 2-ik, 3-ik és 4-ik ábrán. A metszéki tengely meghosszabbítása nagyon bizonytalan; és bár valószínű, hogy az izom által írt eredeti görbék különbözhettek a közlött másolatoktól, de ez az értekezésben nincs megemlítve.

Rosenthal azt mondja, hogy: «természetesen a kétszeres másolásnál tévedések nincsenek kizárva; és mint harmadik járul még hozzá a xylograph másolása, így könnyen nyerünk az eredetinek meg nem felelő képet. Mindazáltal kellő gonddal a tévedéseket lehetőleg csekély mértékre lehet korlátozni.» — Föl kell tételeznünk azt, hogy az értekezésben közlött myogrammok «kellő gonddal» készültek, és mégis a rángás látszólagos kezdete nem egyez össze a jellel, pl. a 6 B; 7. és 8. ábrán, hanem jóval előbbre esik.

Arról saját myogrammjaímnál is meggyőződtem, hogy papíron a photographiai másolatok sem nyújtják tökéletesen azt, a mit mikroszkop alatt áteső fénynél az üveglapon levő eredeti.

A III-ik tábla ily fénymásolat a 19-ik lapon közölt kísérletről a sorakoztató myographiummal, és egy másik görbesorról az esőmyographium által írva. — Az előbbinél a metszéki tengely egy milliméter hosszának időértéke = 0.0057 mp. az utóbbinál 0.00119 mp.

¹⁾ Id. h.

²⁾ Du Bois Reymond's Archiv f. Physiol. 1883. Suppl. Bd. 260.

A lappangási időszakasz értékét megváltoztató körülmények hatásának értelmezése.

Az előbbi fejezetekből eléggé világosan kitűnik az izom rugalmasságának, illetőleg a rugalmasságból eredő megnyúlásnak jelentékeny befolyása a lappangási időszakasz hosszára; sőt azt hiszem, hogy a kísérletek elég alapot nyújtanak arra is, hogy a lappangási időszakasz lételet csak egyedül az izom kezdeti megnyúlásából származtassuk, és föltételezzük, hogy az izom megnyúlása nélkül lappangási időszakasz nem is lenne, hanem a rángás rögtön az ingerlés pillanatában láthatóvá válna.

Ha továbbá áttekintjük ama körülményeket, a melyeket a kiterjedt vizsgálódás olyanokképen ismert föl, mint a melyek a lappangási időszakasz értékét megváltoztatni képesek: azok közt egyet sem találunk olyat, a melyről föl kellene tennünk, hogy az ingerület kiváltását késleltetik az izomban, és mindegyik körülmény értelmezhető az izom megnyúlásának tekintet-bevétele alapján.

A *megterhelés* hatása alatt nő a lappangási szakasz hossza. *Helmholtz* e tapasztalatát nem magyarázta, sőt saját kísérleteit még nem is tartotta elégségeseknek a tétel biztos megállapítására; de most már azt eléggé megállapítottanak tekintik általában, és a myographikus eljárásnál előnyben részesítik a könnyű jelző emeltyűt, mint a melyet az izom előbb ki bír mozdítani helyéből, és a mely állítólag az összehúzódás lefolyását is hívebben jelezné, mint egy súlyosabb emeltyű.

A megterhelés késleltető hatása úgy értelmezhető, hogy a nagyobb teher mellett hosszabb idő múlva halmozódik föl az izomban az elemi rétegek tovaterjedő összehúzódásából összegeződés által a súly emelésére szükséges erélymennység.

Érdekes és fontos tapasztalatot tett a megterhelés módjának befolyásáról *Mendelssohn*; midőn a terhelő súlyt egyszer közvetlenül az izom végére akasztotta, másszor midőn a súly és az izom vége közé nyúlékony zsinórt iktatott be. — Azt tapasztalta ugyanis, hogy a közvetlen megterhelésnél már 5 gr.-tól fölfelé hosszabbodni kezdett a lappangási időszakasz; nyúlékony zsinór közbeiktatásakor ellenben csak nagyobb súly, 30—50 gr.

alkalmazásakor kezd késés mutatkozni. — Magyarázatképen *Mendelssohn* a következőket mondja; » Evidemment le fil élastique compense jusqu'à une certaine limite l'inertie des poids, et ce n'est qu'à partir de la limite de l'élasticité que la période latente commence à être influencée par des charges croissantes. Au contraire, quand les charges agissent sur le muscle sans l'intermédiaire d'un fil élastique, l'inertie des poids devient considérable, et une charge de 5 grammes exerce déjà son action sur la durée de l'excitation latente. » E mondat nagyon homályos és nem alkalmas arra, hogy a jelenségről tiszta fogalmat nyújtson.

» *Nyilván a nyújtékony zsinór ellensúlyozza egy bizonyos határig a súly tehetetlenségét.....* » —; hogy tehetné ezt más képen, mint hogy a míg a terhelő súly — a szerző által használt kifejezést alkalmazva — tehetetlenségénél fogva visszamarad, a zsinór kinyúlik, és lehetővé teszi az izom összehúzódását a súly rögtön való emelése nélkül? Ámde *Mendelssohn* tagadja a rugalmas zsinór kinyúlását; miben állhat tehát a nyúlékony zsinór compensáló hatása?

» a lappangási időszakra a növekedő súlyoknak csak a rugalmassági határtól kezdve van befolyása.... » De mi az a rugalmassági határ? Ha a rugalmasság határa alatt a megnyúlásnak azt a fokát értjük, a melynél a rugalmas test a megnyújtás miatt fölvelt új alakját állandóan megtartja és előbbi alakjába visszatérni többé nem bír a nyújtás megszűnésekor: e határhoz a gastrocnemius izomnál 30 gr. súly alkalmazásakor még közel sem járunk; — és mi módon változtathatná meg az izom rugalmasságának határát az a különbség, hogy a súly közvetlenül vagy nyúlékony zsinór közvetítésével nehezedik az izom végére?

» ha a súly nyúlékony zsinór közvetítése nélkül hat az izomra, a tehetetlenség jelentékeny tényezővé válik, és már 5 grm-nyi súly is megváltoztatja a lappangási időszakasz tartamát. » Ha a tehetetlenség a tömegnek sajátja, akkor attól el nem választható, és valamely test tehetetlensége nem lehet kisebb az által, hogy nyúlékony zsinóron függesztjük föl.

A jelenség a következő módon értelmezendő: az esetben, ha az izom végére a súlyt oly zsinór közvetítésével függesztjük

föl, a mely nyúlékonyabb mint az izom, összehúzódáskor az izom vége a zsinór megnyúlásának rovására hamarabb megmozdúlhat, mint ha közvetlenül volna a súlylyal megterhelve; ezért az izom végével összekapcsolt jelző-emeltyű előbb kezd emelkedni.

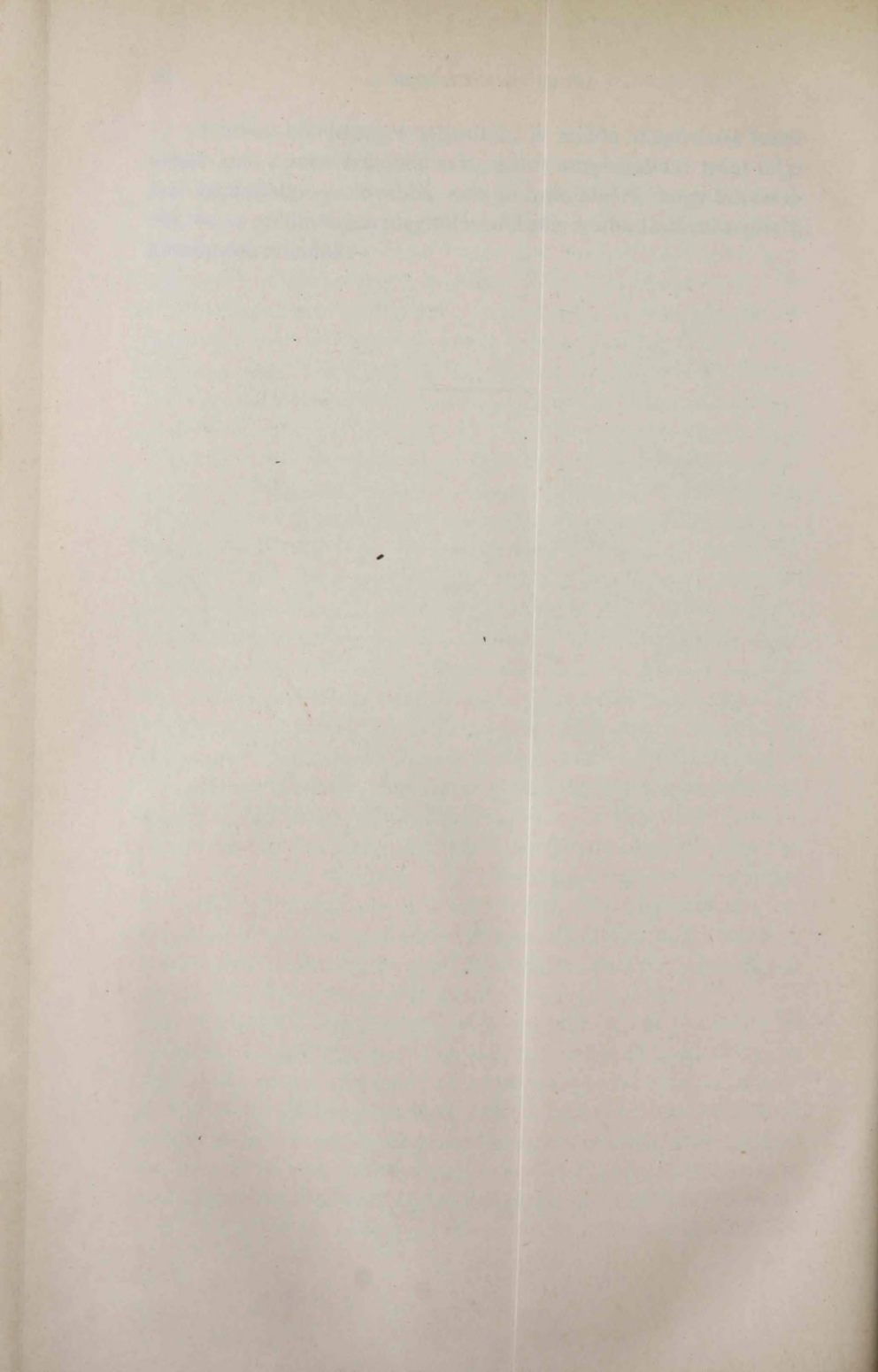
A *túlterhelés* késleltető hatása az izom megnyúlása miatt természetes, mert az izom nem emelheti addig a jelzőt, — bár az összehúzódási folyamat már megindult, — a míg rugalmas elemei a megterhelésnek megfelelő kinyújtást el nem érték; az ingerület kifejlődése kezdetén ennél fogva az összehúzódó részek által előidézett megrövidülést az izom többi részének megnyúlása ellensúlyozza, s a tényleges megrövidülésnek annál később kell kezdődnie, minél nagyobb volt a túlterhelés.

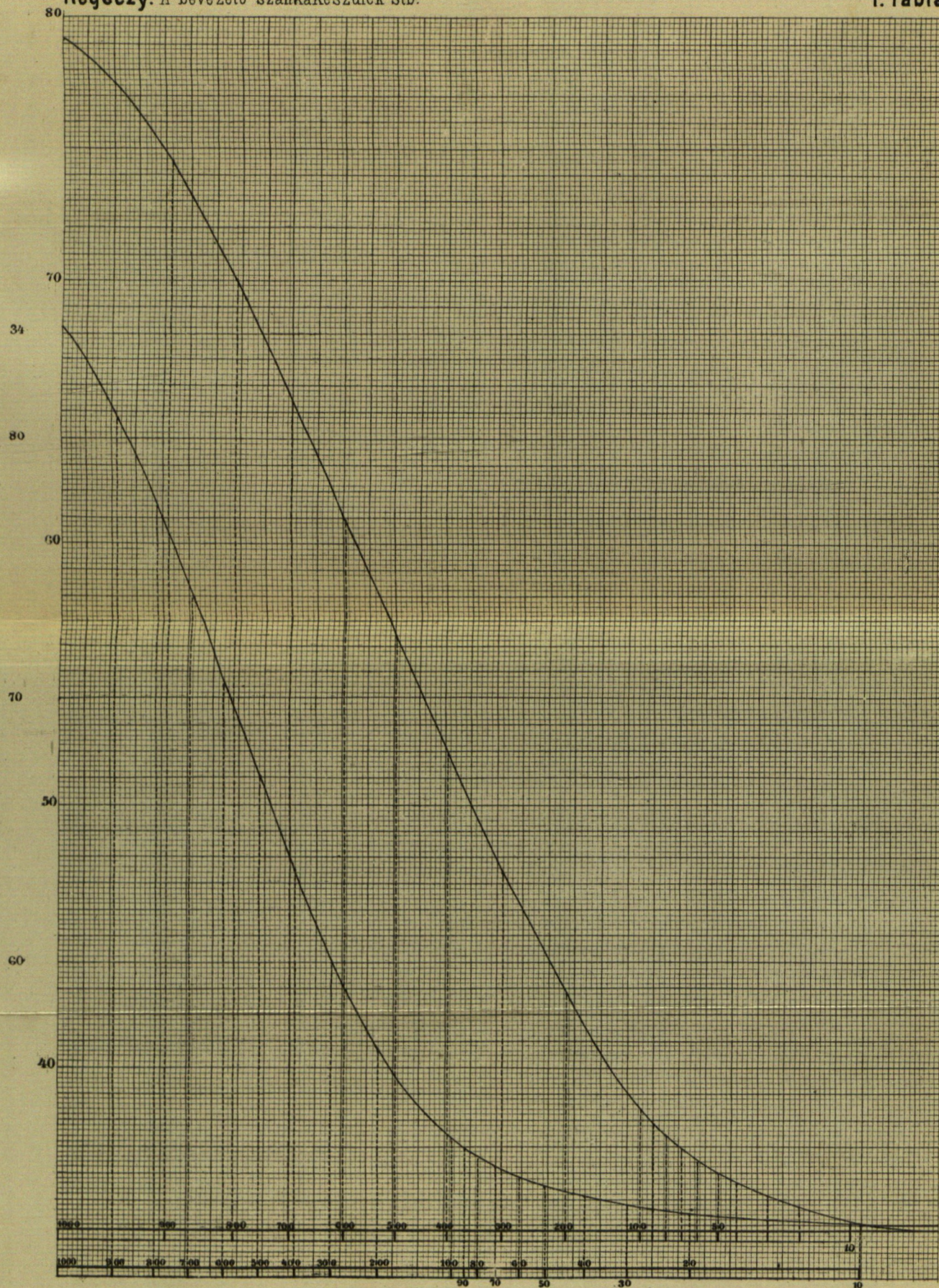
Az *ingerhatás erejének* a lappangási időszakasz hosszára való befolyását abból kell származtatnunk, hogy minél nagyobb az inger, annál nagyobb lesz egyszersmind az egyes elemi rétegek kilengésének erélye, és a nagyobb részletekből összegeződés által rövidebb idő alatt összegyűl a súly emelésére szükséges erélymennyiség. — Ez összegeződés az izom megnyúlása által válik lehetővé; de a határt, — a melynél a súly fölemelése már csekélyebb erélyt igényel, mint a minő az izom még további kinyújtására szükséges lenne, — gyorsabban eléri az izom, ha a kiváltott erélyrészletek nagyobbak. Tényleg egyenlő megterhelés mellett a lappangási szakasz annál rövidebbnek mutatkozik, minél erősebb a rángás, vagy minél erősebb inger váltotta ki az ingerületet.

Az *ingerlékenység* növekedett állapota hasonló értelemben hat, a mi kitűnik abból, hogy a magasabb rángásoknál mutatkozik egyszersmind a lappangási szakasz is rövidebbnek.

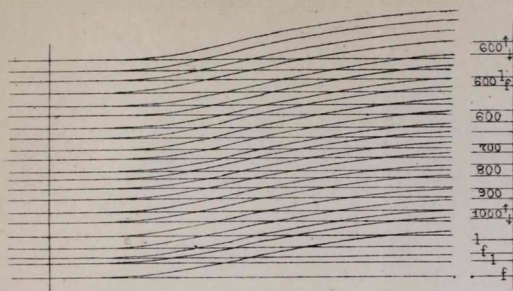
A *tovaterjedési sebesség* növekedése szintén az erély-fölhalmozódást gyorsítja, és így rövidíti a látszólagos lappangási szakaszt. — Ez utóbbi tényező változik meg kifáradáskor, elhaláskor, hőmérséki változások következtében és mérgezések folytán, a mint a myogrammok többi részében mutatózó változások is bizonyítják; és minthogy a lappangási szakasz megváltozása a mondottak által kellő megfejtést nyer, nem szükséges az ingerület beállításának az ingerhatás pillanatától való elkésését föltételeznünk.

Kedves kötelességet teljesítek, a midőn *Jendrássik* tanár úrnak ama szíves érdeklődésért, a mit munkálataim iránt folyton tanúsított, — továbbá ama jó indulatáért, hogy tanácsaival, és az eredmények megítélésénél szigorú bírálatával segített, köszönetet mondok.

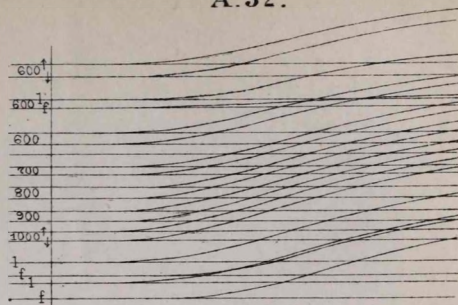




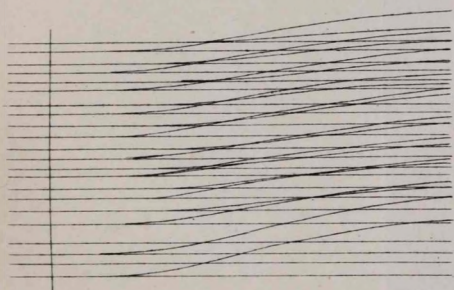
A. 11.



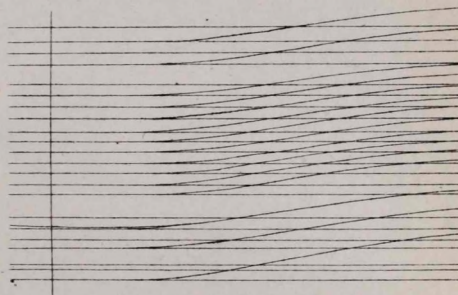
A. 32.



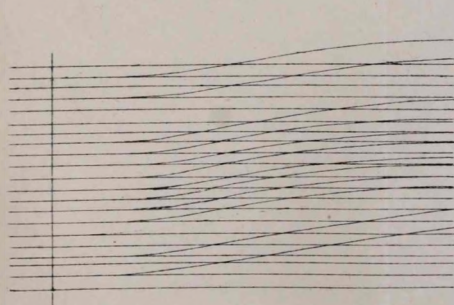
A. 12.



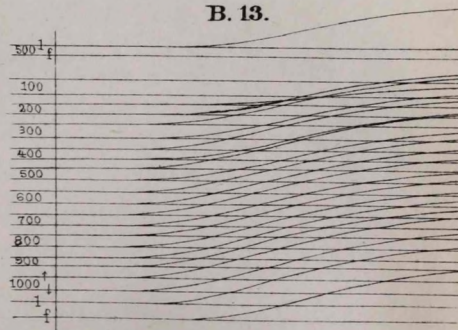
B. 6.



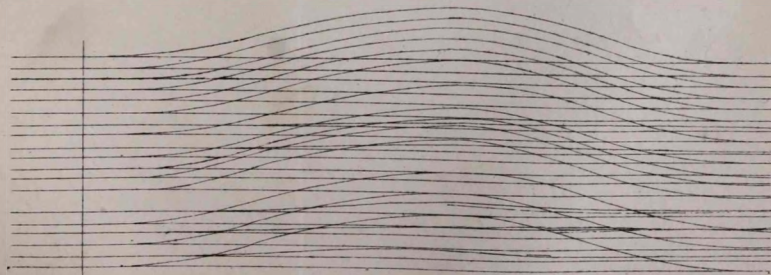
A. 25.

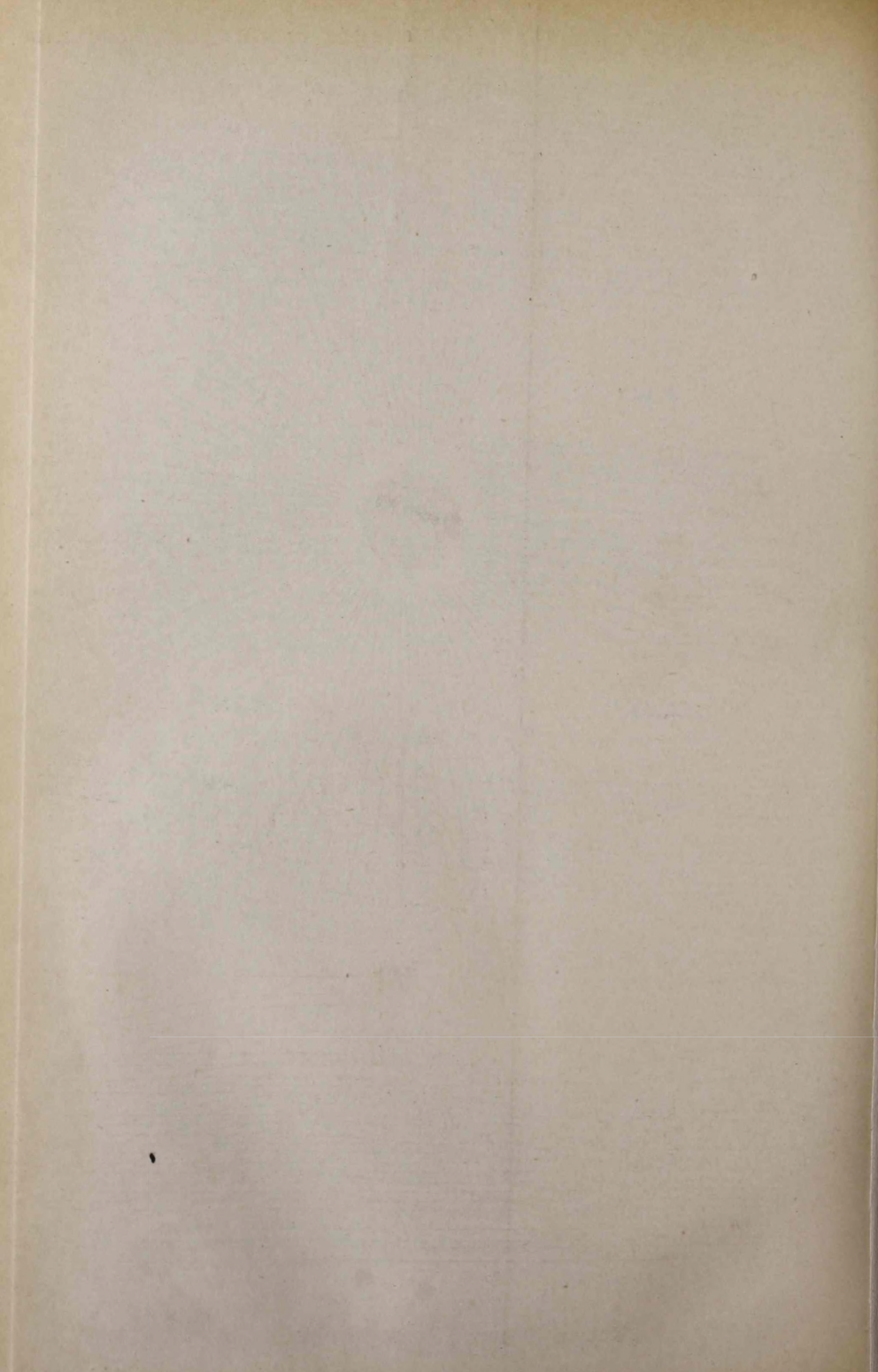


B. 13.



A. 24.





tól. (I. A kénssav kimutatása a borban és más folyadékokban II. Egy készülék könnyen olvadó fémek és öntvények olvadási pontjának meghatározására.) Egy rajzzal. — XXVI. A hydrogen hyporoxyl képződése égés közben. II. Válasz a víz képződési melegének ügyében. *Schuller Alajostól.*

Tizenkettedik kötet 1882.

I. Baryt és Cerusit Felekesről Borsodmegyében. (Négy könyomatú táblával.) *Schmidt Sándortól.* — II. Kristálytani és optikai vizsgálatok az aranyhegyi Amphibolon. (Egy képtáblával.) *Franzenau Ágostontól.* — III. Értekezések a myo-mechanika köréből. *Jendrassik Jenőtől.* — IV. Helyreigazító észrevételek Thanhoffer Lajos urnak «Adatok a harántcsiku izmok szerkezete és idegvégződéséhez» című székfoglaló értekezéséhez. *Jendrassik Jenőtől.* — V. A Vampyrella fejlődése és rendszertani állása. (Két táblával.) *Klein Gyulától.* — VI. Az Aquilegiák rendszere és földrajzi elterjedése. (Systema et area Aquilegiarum geographica.) *Dr. Borbás Vinczétől.* — VII. A szénkönyvek égése chlorgázban. *P. Kiss Károlytól.* — VIII. Adatok a növények, különösen az Euphorbiceák tejnedvének ismeretéhez. (Két táblával.) *Dietz Sándortól.* — IX. Helyreigazító észrevételek Jendrassik Jenő úr «Helyreigazító» etc. «Észrevételeire». *Thanhoffer Lajostól.* — X. Adatok a Cestodák ismeretéhez, a Solenophorus Megalocephaluson megejtett vizsgálatok alapján. (Tizenhét ábrával.) A heidelbergi egyetem állattani intézetéből. *Dr. Roboz Zoltántól.*

Tizenharmadik kötet 1883.

I. A Clavulina Szabóí-rétegek, az Eugeneák és a tengeri Alpok területén, — és a krétakorú «Scaglia» az Eugeneákban. (Négy táblával.) *Hantken Miksától.* — II. Az Eremocoris-fajok magánrajza. (Két táblával.) *Horváth Gézától.* — III. A modern zoologia szempontjai s céljai. (Székf.) *Kriesch Jánostól.* — IV. A rovarok dimorphismusáról. (Egy tábla rajzzal.) (Székf.) *Horváth Gézától.* — V. A parádi timsós, Ilonavölgyi timsós és a Clarisse-forrás vizének vegyelemzése. *Dr. Lengyel Bélától.* — VI. A Sibrai (Sivabrada) fürdő ásványvizének vegyelemzése. *Scherffel V. Auréltól.* — VII. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (III. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. A folyadékok áramlása hajszálesővekben. (Öt ábrával.) 2. Adatok a fehérvérsejtek átszivárgásához. *Dr. Regécsi Nagy Imrétől.* — VIII. Új vagy kevésbé ismert hasgombák. *Gasteromycetes novi vel minus cogniti.* (Öt táblával.) *Kalchbrenner Károlytól.* — IX. Az állatország rendszeres osztályozása, különös tekintettel az újabb állattani rendszerekre. (Egy rajztáblával.) (Székf.) *Dr. Margó Tivadartól.* — X. A czemétei ásványviz vegytani elemzése. *Scherffel V. Auréltól.* — XI. Hymenoptera nova Europaea et exotica. Európai és másföldi új Hártyaröptiek. *Mocsáry Sándortól.* — XII. Hunyadmegye ásványvizei. *Dr. Hankó Vilmostól.* — XIII. Vizsgálatok a löcsei m. k. főreáltanoda vegytani intézetéből. *Dr. Steiner Antaltól.* — XIV. A petroleum lobbánási pontja meghatározásának egy új módszere. *Liebermann Leótól.* — XV. Adatok a Cilioflagelláták ismeretéhez. (Véglénytani tanulmány. Egy rajzlappal.) *Dr. Daday Jenőtől.*

Tizennegyedik kötet. 1884.

I. Egy tömegesen tenyésző légyfaj az Alsó-Duna mellékéről. (Thalassomia congregata.) (Három tábla rajzzal.) *Dr. Tömösváry Ödöntől.* — II. A lakásviszonyok befolyása a cholera és typhus elterjedésére. *Dr. Fodor*

Józseftől. — III. A csigolyaközötti dűczok és ideggyökerek fejlődéséről. (Két tábla rajzzal.) *Dr. Ónodi A. D.-től.* — IV. A keleti Kárpátok geológiai viszonyai. (Két szelvényvel.) *Dr. Primics Györgytől.* — V. A külső hőmérsék befolyása a csecsemők szervezetére. *Dr. Eröss Gyulától.* — VI. Új adatok a Buda-nagykovácsii hegység és az esztergomi vidék föld- és őslénytani ismeretéhez. *Dr. Hantken Miksától.* — VII. A folyami rák zöld mirigyének boncz-, szövet- és élettana. (Két táblával.) *Szigethy Károlytól.* — VIII. Tanulmány a Najadeák szövetanából. (Négy táblával.) *Ifj. Apáthy Istvántól.* — IX. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. III. közlemény. (Egy fametszettel, hat táblázattal s egy színes körrajzzal.) *Dr. Hőgyes Endrétől.* (Székf.)

Tizenötödik kötet. 1885. (1—19.)

I. Ásványelemzési közlemények. *Loczka Józseftől.* — II. Gróf Széchenyi Béla közép-ázsiai expedíciójának növényteni eredményeiről. (Székf.) *Kanitz Ágostól.* — III. Selmecz geológiai viszonyainak előzetes ismertetése. *Dr. Szabó Józseftől.* — IV. A tátrafüredi Hygiea-forrás vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — V. A koronahegyi fürdő (Smerdzonka) kénészvízének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — VI. A Bereg megyében levő bilasoviczi Irma-forrás ásványvizének vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* — VII. A szliácsi források chemiai elemzése. (Székfoglaló.) *Than Károlytól.* — VIII. A bártfai fürdő ásványvizeinek chemiai elemzése. *Dr. Ossikovszky Józseftől.* — IX. A vámfalusi és túrvékonyi ásványvizek vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* — X. Bacteriumok az élő állatok vérében. *Fodor Józseftől.* — XI. Magyarországi ásványvizei. *Nendtvich Károlytól.* — XII. Vizsgálatok újszülött gyermekek rendes hőmérséki viszonyaira vonatkozólag. *Eröss Gyulától.* — XIII. A szemlencse fejlődésének első mozzanatairól a gerinczes-knél. *Korányi Sándortól.* — XIV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (IV. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. Észrevételek az osmosis elméletéhez. Nagy Imrétől. 2. Az izommagvakról. *Rothman Ármintól.* — XV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (V. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. A sima izomzat gyapradása és pótlódása. *Ifj. Apáthy Istvántól.* 2. Adatok a gerinczagi dűczok ismeretéhez, a békán tett vizsgálatok alapján. *Lenhossék Mihálytól.* — XVI. Progén koponyák. *Dr. Lenhossék Józseftől.* — XVII. Magyarország erdősegei. *Bedő Alberttől.* — XVIII. A palaearktikus övben élő terrikoláknak revisiója és elterjedése. *Örley Lászlótól.* — XIX. Az együttérző idegrendszer fejlődése. *Ónodi A. D.-től.*

Tizenhatodik kötet. 1886.

I. Adatok a pókok boncz- és fejlődésánához, különös tekintettel a végtagokra. *Lendl Adolftól.* — II. Közlemények az állatorvosi élettani intézetből. II. Eszközök és vizsgálatok. *Thanhoffer Lajostól.* — III. Újabb kísérletek erekbe fecskendezett bacteriumokkal. *Fodor Józseftől.* — IV. Adatok a Gregarinák ismeretéhez. *Roboz Zoltántól.* — V. Ritkább boncztani rendellenességek. Egy táblával. *Lenhossék Mihálytól.* — VI. A magyarországi Obsidiánok, különös tekintettel geológiai viszonyaikra. *Szádeczky Gyulától.* — VII. Új adatok Erdély denevér-faunájának ismeretéhez. *Dr. Daday Jenőtől.*

Tizenhetedik kötet. 1887.

I. Göd környéke forrásainak geológiai s hidrográfiai viszonyai. Egy térkép és 5 fametszettel. *Szabó Józseftől.* — II. A Sparganium T. és Typha T. virág és termés fejlődése. 8 tábla rajzzal. *Dietz Sándortól.* — III. A brassói hegység földtani szervezetéről és talajviz viszonyairól. *Koch Antaltól.* — IV. A vérnek bacterium ölé képességéről. *Fodor Józseftől.*